Bollettino Malacologico

INTERNATIONAL JOURNAL OF MALACOLOGY

XXXIX 2003

(5-8)
(9-12)

Società Italiana di Malacologia
S.I.M.

Autorizzazione Tribunale di Milano n. 479 del 15 Ottobre 1983
Spedizione in A.P. Art. 2 comma 20/C Legge 662/96 - Roma
Maggio 2004 spedizione n.2 - 2004

ISSN 0394-7149

LINEA EDITORIALE

Il *Bollettino Malacologico* è pubblicato dalla Società Italiana di Malacologia. Il suo scopo è la comprensione e la divulgazione di tutti gli aspetti della malacologia attraverso la pubblicazione di articoli originali, note brevi e monografie riguardanti la tassonomia, l'ecologia e la biodiversità di molluschi sia viventi che fossili.
L'area mediterranea e quelle collegate ad essa da un punto di vista paleontologico od ecologico riceveranno particolare attenzione ai fini della pubblicazione dei contributi.
Sono accettati lavori scritti in inglese, italiano, francese e spagnolo. Ogni anno vengono pubblicati tre fascicoli del *Bollettino Malacologico*. Monogtafie, atti o contributi più lunghi di venti pagine (nella loro versione definitiva) verranno pubblicati come supplemento; la data approssimativa di pubblicazione deve essere concordata in anticipo con gli Editori.

CITATO NEI: *Zoological Records*.

INVIO DEI MANOSCRITTI E PROCESSO DI REVISIONE

I manoscritti vanno inviati in triplice copia (un originale e due copie di buona qualità) al Direttore Scientifico:

Stefano Schiaparelli
Dip.Te.Ris. Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse
Università di Genova
C.so Europa 26, Genova, I-16132, Italia
steschia@dipteris.unige.it

Ogni manoscritto deve essere accompagnato da una lettera di accompagnamento con l'esplicita dichiarazione che i dati trattati non sono stati pubblicati precedentemente, che non sono presi in considerazione per la pubblicazione presso altra rivista e che la loro pubblicazione è stata approvata da tutti i coautori. Un abstract in formato elettronico può essere inviato (anche via posta elettronica) insieme al manoscritto cartaceo, al fine di poter velocizzare le fasi iniziali del processo di revisione.
Una lista dei potenziali referees (preferibilmente stranieri) con relativo indirizzo (completo di indirizzo di posta elettronica), può essere fornita insieme al manoscritto; la scelta di questi referees rimane tuttavia giudizio insindacabile degli editori.
La ricezione del manoscritto verrà immediatamente comunicata all'Autore ed il manoscritto verrà inviato ad almeno due referees per la revisione. I referees assistono i Co-editori e il Direttore Scientifico nel processo di valutazione dei manoscritti al fine di ottenere commenti e suggerimenti in grado di migliorare il testo prima della sua eventuale accettazione e pubblicazione sul *Bollettino Malacologico*. I commenti dei revisori verranno comunicati all'Autore non appena il manoscritto sia stato corretto da due referees ed una decisione editoriale raggiunta. La data di ricezione e quella di accettazione del manoscritto verranno riportate sulla prima pagina della versione finale del contributo. Tutto il materiale che accompagna un manoscritto accettato (figure e fotografie incluse) rimane proprietà della S.I.M. e pertanto non verrà restituito all'Autore.

EDITORIAL POLICY

The Bollettino Malacologico is published by the Italian Society of Malacology. It is devoted to the understanding of all aspects of Malacology and publishes original articles, short notes and monographs regarding taxonomy, ecology and biodiversity of living and fossil molluscs. The Mediterranean area and those paleontologically-ecologically connected to it will receive special attention.
Manuscripts in English, Italian, French and Spanish are accepted. Three issues of the Bollettino Malacologico appear each year. Monographs, proceedings or papers longer than 20 pages (in their final version) will be published as a supplement, and their time schedule should be discussed in advance with the Editors.

INDEXED IN: Zoological Records.

MANUSCRIPT SUBMISSION AND THE REVIEW PROCESS

Manuscripts should be submitted in triplicate (the original and two copies of good quality) to the Editor-in-Chief:

Stefano Schiaparelli
Dip.Te.Ris. Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse
Università di Genova
C.so Europa 26, Genova, I-16132, Italia
steschia@dipteris.unige.it

A cover letter should accompany each manuscript and include a statement that the data therein described have not been published before, that they are not under consideration for publication anywhere else and that the publication has been approved by all co-authors. An electronic abstract can be sent with the manuscript (or by e-mail) in order to facilitate the initial stages of the review process.
A list of potential reviewers (preferably outside Italy) with relative addresses and e-mail, may be included, althought their choice is under the judgement of the editors.
The manuscript receipt will be immediately acknowledged to the corresponding author and the manuscript will be normally revieved, in a timely manner, by at least two referees. The referees assist the Co-Editors and the Editor-in-Chief in their effort to obtain comments and suggestion for acceptance of manuscripts. The reviewers comments will be notified as soon as two referee have checked the manuscript and an editorial decision has been reached.
The dates of receipt and acceptance will be noted on the title page of the published contribution. All the material that accompany an accepted manuscript (including figures and photograps) remains property of the S.I.M. and will not sent back to the authors.

Indice specifico *Bollettino Malacologico* 2001

a cura di Massimo Cretella

AVVERTENZA: l'indice è stato compilato in ordine alfabetico specifico, facendo seguire il nome generico. I seguenti simboli indicano: £ = fossile; ° = sottogenere; # = non molluschi; * = illustrazione.

Bollettino Malacologico, Roma, **39** (9-12): 141-148, [2003] 2004 - Società Italiana di Malacologia

Description d'une espèce jumelle de *Marginella aurantia* Lamarck, 1822

Franck Boyer

MOTS CLEFS: Marginellidae, *Marginella*, Sénégal, anatomie, habitat, endémisme, espèce jumelle

RESUMÈ L'espèce *Marginella aurantia*, Lamarck, 1822 est révisée et une localité type est proposée. Une espèce jumelle, *Marginella lamarcki* sp. nov., est décrite. Des éléments sont présentés sur l'anatomie, l'habitat et la distribution des deux espèces.

RIASSUNTO Il genere *Marginella* annovera in Africa occidentale, ed in particolare in Senegal, numerose specie di grande taglia, abbondanti e facilmente rinvenibili. Data la bellezza di queste conchiglie, moltissimi esemplari sono stati raccolti nel passato e si trovano ora conservati sia in collezioni pubbliche che private. Tuttavia, nonostante la popolarità di molte di queste specie, poca attenzione è stata posta alla loro biologia generale e manca del tutto una revisione tassonomica delle specie rinvenibili nell'area. Nel presente contributo, *Marginella aurantia*, Lamarck, 1822, una delle prime specie di *Marginella* ad essere descritte ed una delle più facilmente rinvenibili in Senegal, viene ridescritta e la sua località tipo (penisola di Capo Verde) designata. Una specie sorella, *Marginella lamarcki* sp. nov., molto più rara, viene descritta come nuova per le acque antistanti la Petite Côte del Senegal centrale, a sud-ovest della penisola di Capo Verde. Nonostante la notevole somiglianza, è possibile distinguere *M. lamarcki* da *M. aurantia* sia per alcuni caratteri conchigliari costanti [*M. lamarcki*: forma slanciata, subcilindrica, leggermente piriforme, con 3,75 giri di teloconca, spira bassa (20% della lunghezza totale) conica, acuta, con protoconca piccola, leggermente bulbosa, callosità labiali prominenti alla base, canale sifonale allungato, prima plica columellare lunga, regolare e subverticale; *M. aurantia*: forma slanciata, ovale, con 3,5 giri di teloconca, spira alta (25% della lunghezza totale) compatta ed ogivale, smussata, con protoconca larga e bassa, canale sifonale corto, prima plica columellare che presenta una discontinuità nel profilo molto evidente, nella parte centrale della stessa] che per la colorazione della conchiglia [*M. lamarcki*: due bande più chiare sullo sfondo marroncino (rispetto ad una sola in *M. aurantia*) e localizzate più in alto sulla conchiglia, macchiette bianche più minute e regolari, che non si fondono in grosse macchie, due linee di flammule corte, ad angoli spezzati]. Le parti molli non offrono caratteri diagnostici utili alla distinzione a livello specifico. Le raccolte semi intensive effettuate hanno anche permesso di caratterizzare meglio l'ecologia delle due specie: *M. aurantia* sembrerebbe essere caratteristica dei bassi fondali (0-1 metri di profondità) di roccia basaltica, ricchi di anfratti ed interstizi con sabbia, non esposti al moto ondoso diretto; *M. lamarcki* sp. nov., invece, si rinviene in ambiente infralitorale piu profondo (20-50 metri) dove vi è alternanza di fondi mobili ed affioramenti di roccia. Allo stato attuale delle conoscenze le due specie non sembrerebbero essere simpatriche anche se, dato l'habitus criptico, la conferma si potrà avere solo dopo ulteriori indagini.

110, chemin du Marais du Souci 93270 – SEVRAN France
e-mail : franck.boyer6@wanadoo.fr

INTRODUCTION

Le genre *Marginella* est représenté en Afrique de l'Ouest, et au Sénégal en particulier, par des nombreuses espèces, pour la plupart de grande taille, abondantes et faciles d'accès, dont les coquilles vernissées et richement décorées ont favorisé la diffusion dans les collections publiques et privées du monde entier.

Malgré la popularité de ces espèces (ou peut-être à cause de celle-ci), leur biologie générale est restée très mal connue, et la plupart d'entre elles n'ont jamais fait l'objet d'une simple révision taxonomique.

Le présent article est consacré à la révision de l'une des plus anciennement décrites des espèces du genre *Marginella*, au demeurant l'une des plus faciles d'accès au Sénégal, *Marginella aurantia* Lamarck, 1822, et à la description d'une espèce jumelle qui a pu être reconnue dans le cours de cette révision.

Le matériel examiné provient principalement de récoltes effectuées par l'auteur à l'occasion de huit séjours de deux semaines effectués au Sénégal de 1996 à 2000, alternativement en Avril-Mai (saison sèche) et en Août-Septembre (hivernage ou saison des pluies). Les trois premiers de ces séjours furent consacrés à l'exploration en apnée des petits fonds du littoral de la Péninsule du Cap-Vert dans les deux premiers mètres sous la ligne de marée basse, ainsi qu'à des opérations de dragage en baie de Gorée par 7 à 20 m, et sur la Petite Côte par 3 à 8 m (Pointe Sarène, à 80 km au sud de Dakar). Les séjours suivants furent principalement consacrés à l'échantillonnage en plongée autonome par 10 à 18 m dans le quart sud-ouest de la Péninsule du Cap-Vert et à l'examen de prélèvements effectués par d'autres plongeurs entre 20 et 40 m.

La riche collection de M. Pin (Dakar), principalement composée de matériel chaluté au large du Centre-Sénégal, a fait l'objet d'un examen complet, ainsi que les collections du MNHN (Paris), la collection Delessert au MHNG (Genève), la collection Dautzenberg à l'IRSNB (Bruxelles) et la collection plus modeste de l'IFAN (Dakar). Plusieurs collections privées européennes bien dotées en matériel du Sénégal et du Nord-Ouest africain ont aussi été consultées.

Les récoltes examinées par l'auteur peuvent être considérées comme semi-intensives, plus insistantes sur les fonds durs et interstitiels de 0 à 40 m, alors que les fonds meubles ont été pour l'essentiel négligés en dessous de 20 m. L'échantillonnage effectué n'a permis d'obtenir *Marginella aurantia* que dans les petits fonds de la Pointe des Almadies (21 spécimens et coquilles) et de Yoff (1 spécimen), au nord de la péninsule du Cap-Vert. L'espèce n'a pas été trouvée à Fann, dans l'Anse Ber-

nard, ni autour de Gorée et des îles Madeleines, c'est-à-dire dans le sud-ouest de la Péninsule.
L'espèce jumelle découverte dans le cours de cette étude a été obtenue à trois reprises dans des prélèvements effectués en plongée autonome dans l'infralittoral inférieur (1 spécimen adulte, 1 spécimen juvénile, et 1 coquille adulte). Le reste du matériel examiné pour cette espèce (11 spécimens et coquilles) provient de lots chalutés par des rougetiers dakarois dans l'infralittoral inférieur de la Petite Côte et cédés par M. Pin.

ABREVIATIONS UTILISEES

L = longueur; l = largeur; spm = sujet collecté vivant; coq = sujet collecté mort; stn = station.
CFB : collection personnelle de l'auteur.
IFAN : Institut Fondamental de l'Afrique Noire (Dakar), ancien Institut Français de l'Afrique Noire.
IRSNB : Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (Bruxelles).
MHNG : Muséum d'Histoire Naturelle (Genève).
MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris).

SYSTEMATIQUE

Famille MARGINELLIDAE Fleming, 1828.

Genre *Marginella*, Lamarck, 1799.
Espèce type : *Voluta glabella*, Linné, 1758, désignation originale par monotypie.

Marginella aurantia. *Lamarck, 1822.*
Figs 1-7, 15

Référence originale
Marginella aurantia, Lamarck, 1822, vol. 7, p. 358, sans fig.

Matériel type
24 syntypes, MHNG (lot 1103 / 48), L = 17.6 à 21 mm; 1 syntype, MNHN (Figs 1-2), 21x11.35 mm.
Un lot de 24 coquilles de *M. aurantia* a été localisé dans la collection Delessert du MHNG (ex-coll. Masséna-Lamarck). Une note de Gaston Mermod (fiche MHNG, coll. Lamarck, Marginelles n°10, Nov. 1941), signale qu'un fragment d'étiquette incomplète de Lamarck se trouvait encore au dos du carton contenant ce lot. La morphologie de ces coquilles est très homogène, mais leur décoration présente un dessin plus variable, la partie centrale du dernier tour portant de larges macules blanches parfois associées à des digitations ou à des zébrures blanches épaisses, sur un fond orange délavé.
Bien que des additions ultérieures de Masséna ne soient pas impossibles, l'homogénéité des coquilles qui présentent le même degré de défraîchissement donne à penser que l'ensemble du lot a pu être constitué par Lamarck à partir d'une seule récolte. Une telle hypothèse est rendue vraisemblable par le fait de l'abondance de l'espèce constatée localement dans le nord-ouest de la Péninsule du Cap Vert jusqu'à une période récente (comm. pers. de M. Pin).
Le spécimen du MNHN (Figs 1-2), attribué à la collection Lamarck par une étiquette ancienne et parfaitement homogène avec les syntypes de Genève, est considéré comme appartenant au lot type.
Aucun des 25 syntypes supposés ne mesure exactement la longueur de coquille (8 lignes = 18 mm) annoncée par Lamarck. Du fait de la grande homogénéité du matériel type, il n'y a pas matière à sélectionner un lectotype.

Autre matériel examiné
• Les Almadies, 0-1 m, dans sédiment en milieu rocheux : 14 spm et 7 coq, tous adultes, L = 19 à 24 mm, CFB, 1996-2000 (Figs 3 à 7).
• Yoff, marée basse, dans sable meuble : 1 spm (19.1 x 10 mm), CFB, 1996.
• "2277 Porcellana – ad A du Sénégal" (étiquette Adanson) et "Coll. Adanson. Det. Fischer 1942 *Marginella glabella* L" (étiquette Fischer) : 1 lot de 3 coq, L = 19.1 à 22 mm, MNHN, Coll. Adanson.
• "*Marginella glabella* L, Miss. Casamance, stn 1 et 2, 3-11-58, 20 m" : 1 lot de nombreuses coq, L = 21 à 23 mm, IFAN.
• Même origine, même label : 1 coq (21.2 x 11.3 mm), Coll. M. Pin.
• "*Marginella aurantia*, Les Almadies, Gorée ou Bel-Air" : nombreuses coq, Coll. M. Pin.

Localité type
"Habite ... Mon cabinet".
La péninsule du Cap-Vert (Sénégal) est ici proposée comme localité type de *M. aurantia*.

Description originale
"10. Marginelle orangée. *Marginella aurantia*. M. testâ ovatâ, aurantio-rubente; spirâ conoided, obtusiusculâ; labro intùs crenato; columellâ quadriplicatà".
Lamarck ajoute : "Sa couleur n'est point uniforme, car elle offre quelques petites maculations blanches et irrégulières. Longueur, 8 lignes".

Description complémentaire
Coquille (Figs 1 à 6) : Test solide, vernissé, composé de 3.5 tours post-larvaires, silhouette élancée ovale, spire haute (environ 25% de la longueur totale), massive, ogivale, émoussée, avec une protoconque large et basse; ouverture large, dilatée vers la base; hanche du labre modérément proéminente, fuyante, labre épais portant une quinzaine de dents, plus importantes vers le haut, la dent inférieure ayant la forme d'un bouton situé assez à l'intérieur de l'ouverture; quatre plis columellaires dont la taille s'amenuise de l'avant vers l'arrière, assez courts, massifs et modérément proéminents, le premier pli présentant une rupture de profil prononcée à mi-parcours; canal siphonal court, marge externe épaisse, s'amenuisant vers la base et non saillante sur le dos du canal siphonal.
Couleur de fond orange rosé clair à orange vineux foncé, protoconque et premiers tours jaune orangé clair ou jaune rosé à verdâtre; la zone subsuturale est bordée d'une bande brunâtre étroite barrée de petites hachures ou taches verticales blanches;

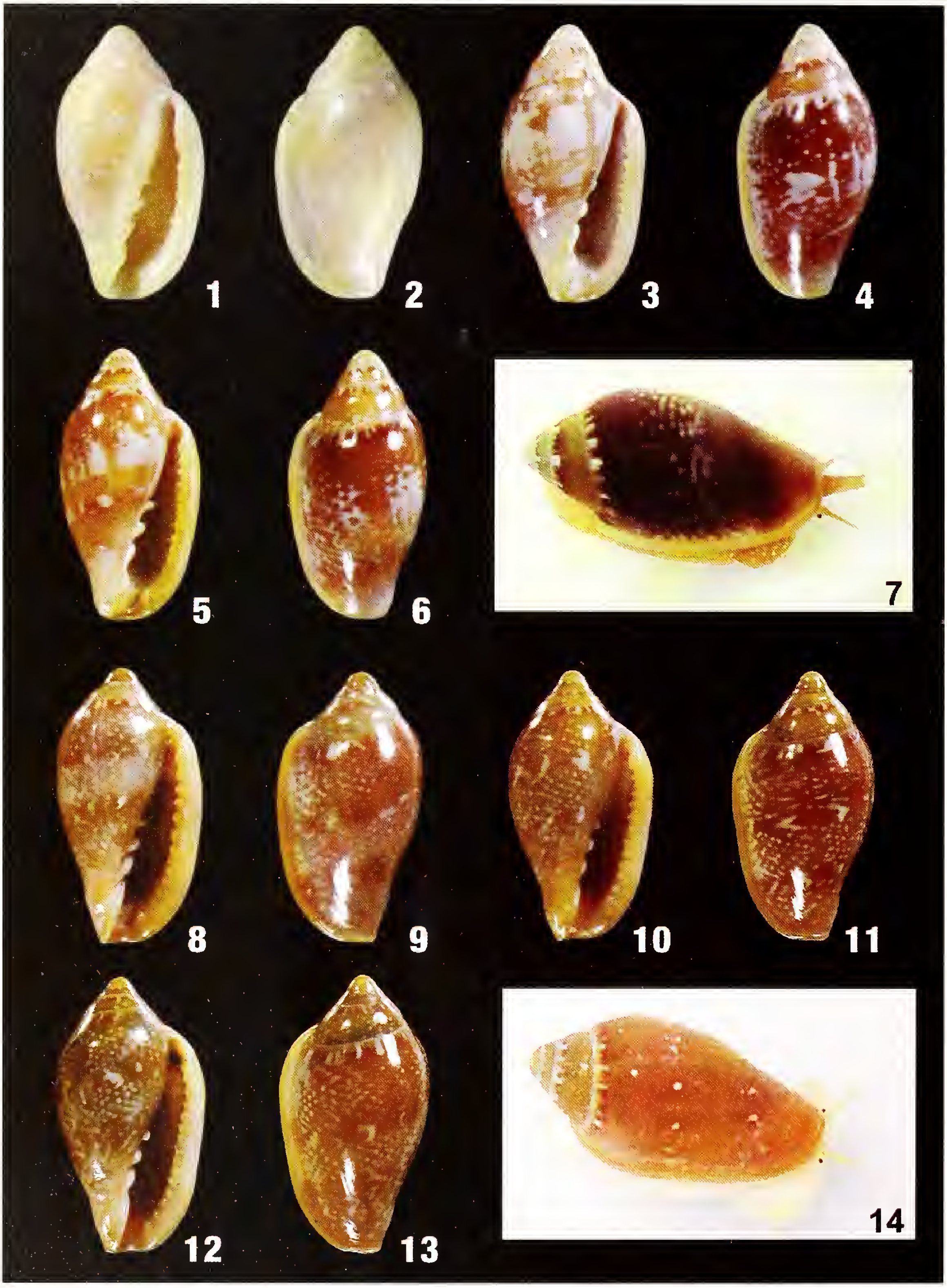
les deux derniers tours sont décorés de petites taches et flammules blanches formant des damiers ou des figures de croisillons plus ou moins réguliers, qui se concentrent généralement en grands amas blanchâtres au milieu du dernier tour; une bande plus claire assez large se distingue sur le fond du dernier tour (milieu de la face ventrale et à un tiers de la base sur le dos); labre et bourrelet externe blanchâtres à orange moyen.

Animal (Fig. 7) : pied modérément étalé, à plat, tronqué vers l'avant, tentacules et siphon longs; couleur de fond orange moyen à orange clair, plus intense vers l'avant, moucheté de blanc cru très fin, plus dense sur l'avant et sur les côtés du pied, tentacules et siphon orange moyen uni.
Une dissection anatomique réalisée par E. Rolán confirme l'absence de radula. Les branchies sont fortement pigmentées d'orange. Le bulbe buccal est très développé, ainsi que la glande de Leiblein et ce qui semble être une glande salivaire de taille équivalente (Fig. 15).

Habitat
Les spécimens récoltés ont tous été trouvés dans des poches ou des interstices de sable meuble distribués entre les roches basaltiques nues, du niveau de la marée basse à -1 m, en zone protégée derrière des barres rocheuses. Un seul autre spécimen adulte, associé à un juvénile laissé en place, a été trouvé enfoui dans un mélange de graviers et de sable grossier, sous un petit bloc. Tous les sujets collectés sont adultes et le seul spécimen juvénile observé l'a été dans un habitat inhabituel.
L'espèce ne se trouve dans la proximité que d'un nombre réduit d'autres espèces de mollusques et jamais en association directe avec celles-ci.
M. aurantia n'est mentionnée dans la littérature que comme provenant de Dakar et de la Péninsule du Cap-Vert, et elle n'a toujours été signalée, quand la précision était apportée, que de l'intertidal inférieur (voir à ce propos Goud & Neefs, 1996 : 36). L'espèce semble avoir été abondante jusqu'aux années 1980 à N'Gor et autour des Almadies, sur la façade nord de la Péninsule, et beaucoup plus occasionnelle à Fann, à Bel-Air et à Gorée (comm. pers. de M. Pin). L'espèce parait s'être sensiblement raréfiée depuis 10 à 15 ans, au moins en partie à cause du surcollectage pratiqué localement (fabrication de colliers, vente de coquillages-pays).
Dans le cadre de cette étude, *M. aurantia* a été recherchée de manière semi-intensive autour de la Péninsule du Cap-Vert (périodes diurnes, saison froide et saison chaude) de 0 à 40 m sur les fonds durs et interstitiels (sauf sur la façade nord qui n'a été prospectée que par petits fonds) et de 0 à 20 m sur les fonds meubles ouverts. L'espèce n'a été découverte que dans un environnement littoral de rochers ensablés sur la façade nord de la Péninsule, qui est la plus battue.
L'opinion commune (apparemment confirmée par nos investigations) selon laquelle l'espèce serait cantonnée dans les petits fonds, pourrait être contredite par le fait que la façade nord de la Péninsule du Cap-Vert semble être constamment réensemencée par des larves ou juvéniles d'espèces dont l'habitat ordinaire semble être plutôt situé dans la moitié inférieure de l'infralittoral. Ce processus serait explicatif du fait que soient couramment collectées, dans les petits fonds distribués de Yoff aux Almadies, des espèces inhabituelles ou inconnues dans le reste du Centre-Sénégal.
Il est possible qu'en dehors des conditions particulières des petits fonds protégés de la façade nord de la Péninsule du Cap-Vert, *M. aurantia* ne vive qu'en populations réduites et clairsemées. Il semble que le comportement de *M. aurantia* soit très cryptique, les sujets restant profondément enfouis dans le sédiment en milieu rocheux et demeurant inactifs pendant le jour.
Ce type de facteurs (mœurs très cryptiques dans les milieux interstitiels et populations rares et clairsemées) pourrait expliquer le fait que l'espèce n'ait jamais été draguée autour de Dakar et qu'elle n'ait pas encore été découverte en plongée autonome.

Le lot étiqueté "*M. glabella*, Mission Casamance, stn 1 et 2", constitué de coquilles de *M. aurantia* et déposé à l'IFAN, est sujet à caution. En premier lieu, son origine est ambiguë, les stations 1 et 2 de cette mission n'ayant pas été nécessairement effectuées en Casamance mais pouvant constituer des essais au large de la Péninsule du Cap-Vert. D'autre part, il est peu vraisemblable, compte tenu de l'absence d'autres récoltes connues de *M. aurantia* par chalutage dans le Centre-Sénégal comme en Casamance (in litt., obs. pers., et comm. pers. de M. Pin), que deux stations puissent produire à elles seules un lot de nombreux spécimens, quant bien même une zone favorable aurait été échantillonnée par accident.
L'hypothèse la plus vraisemblable, concernant ce lot de la "Mission Casamance", est qu'une interversion d'étiquette soit intervenue dans les collections de l'IFAN. Il convient en effet d'observer que I. Marche-Marchad, qui a été le curateur de fait de ces collections des années 1950 aux années 1970, établissait parfaitement la différence entre l'espèce *M. glabella* Linné et l'espèce *M. aurantia* Lamarck, citées distinctement dans son Catalogue des Mollusques de L'IFAN (MARCHE-MARCHAD, 1958 : 32-33). I. Marche-Marchad a certainement participé lui-même à la Mission Casamance de 1958, et il a nécessairement supervisé l'identification des récoltes qui en sont issues. Dans ces conditions, le label "*M. glabella*" n'a pu être attribué initialement qu'à un lot de cette espèce, et non à un lot de *M. aurantia*. On observe par ailleurs que *M. aurantia* n'est citée que de Dakar dans le catalogue de l'IFAN, alors que *M. glabella* y est citée de Port Etienne (l'actuelle Nouadhibou), de Dakar et de Casamance, de manière cohérente avec la large distribution de cette espèce.
Indépendamment de cette citation douteuse, on ne peut totalement exclure que *M. aurantia* puisse être représentée dans les petits fonds de quelques zones rocheuses situées au nord-ouest de la Gambie ou sur les plages fossiles de l'infralittoral supérieur du Centre-Sénégal ou de Casamance, ces environnements n'ayant pratiquement pas été prospectés jusqu'à présent.

Distribution
Dans l'état actuel de la documentation, la distribution de *M. aurantia* doit être considérée comme limitée à la Péninsule du Cap-Vert.



Figs 1-2 : *M. aurantia*, 21 x 11.35 mm, syntype, MNHN. **Figs 3-4** : *M. aurantia*, 23.65 x 12.05 mm, Les Almadies. Figs 5-6 : *M. aurantia*, 21.3 x 11 mm, Les Almadies. **Fig.** 7 : *M. aurantia*, L = 21 mm, Les Almadies.

Figg. 1-2 : *M. aurantia*, 21 x 11.35 mm, sintipo, MNHN. **Figg.** 3-4 : *M. aurantia*, 23.65 x 12.05 mm, Les Almadies. **Figg. 5-6** : *M. aurantia*, 21.3 x 11 mm, Les Almadies. **Fig.** 7 : *M. aurantia*, L = 21 mm, Les Almadies.

Figs 8-9 : *M. lamarcki*, 22 x 11.4 mm, holotype, MNHN. **Figs 10-11** : *M. lamarcki*, 25.2 x 13.3 mm, paratype 1. **Figs 12-13** : *M. lamarcki*, 26.2 x 14.3 mm, paratype 2. Fig. 14 : *M. lamarcki*, 16.8 x 8.9 mm, Petit Thiouriba.

Figg. 8-9 : *M. lamarcki*, 22 x 11.4 mm, olotipo, MNHN. **Figg. 10-11** : *M. lamarcki*, 25.2 x 13.3 mm, paratipo 1. **Figg. 12-13** : *M. lamarcki*, 26.2 x 14.3 mm, paratipo 2. **Fig.** 14 : *M. lamarcki*, 16.8 x 8.9 mm, Petit Thiouriba.

Il demeure que les fonds meubles interstitiels associés aux fonds durs restent très mal échantillonnés dans l'ensemble de la région. Il ne peut donc être complètement exclu qu'une recherche plus poussée dans cet environnement au niveau infralittoral ne permette de découvrir de nouvelles populations de *M. aurantia* et d'étendre sa zone de distribution. L'infralittoral situé au large de la façade nord de la Péninsule du Cap-Vert, dont la faune benthique reste totalement inexplorée, pourrait fort bien se révéler correspondre toutefois au centre de distribution de *M. aurantia*.

REMARQUES

M. aurantia a été décrite sans référence à une illustration. Néanmoins, l'identité de l'espèce ne laisse aucun doute, à partir de la description sommaire de Lamarck : parmi les espèces de *Marginella* d'accès aisé, il est en effet une seule de taille moyenne (8 lignes dans la description originale, soit 18 mm), qui possède une coquille "ovale", à fond "orange rouge", décorée de "maculations blanches et irrégulières".

La coquille de *M. aurantia* présente une morphologie et une décoration très constantes. La variation en taille est peu importante, toutes les coquilles adultes connues se distribuant entre 17.5 et 24 mm. La spire peut exceptionnellement être plus basse (jusqu'à 21.5% de L) ou plus haute (jusqu'à 28% de L).

La glande salivaire très développée, portée par un conduit long (Fig. 15), constitue une particularité inattendue, bien qu'une seconde glande salivaire identique soit probablement présente, ainsi q'une glande accessoire plus courte. En effet, dans leur dissection de *M. glabella*, Coovert & Coovert (1995 : 61) montrent que cette espèce, très proche de *M. aurantia* par sa coquille, possède une paire de glandes salivaires principales très réduites portées par des conduits plus courts, ainsi qu'une glande accessoire très réduite. Il conviendrait d'effectuer plusieurs dissections de contrôle sur *M. aurantia* et sur d'autres espèces du groupe *M. glabella* pour vérifier si l'anatomie des glandes salivaires dans ces espèces est variable au plan individuel (en termes de longueur et de volume relatifs) et si les différences interspécifiques dans ce domaine rendent compte ou non de degrés de divergence phylogénétique.

Fischer-Piete (1942 : 165-166) considère que le lot étiqueté "Porcellana" dans la collection Adanson, numéroté 2277 et composé de "3 petits échantillons (de 19 à 22 mm)" appartient à la même espèce Porcellana dont Adanson a figuré un animal vivant (1757 : pl. 4, fig. 1) à partir d'une coquille de taille très supérieure. Fischer-Piete croit reconnaître le spécimen illustré de Porcellana dans une coquille de 34.5 x 20 mm, qui accompagne une autre coquille de 49 x 29 mm dans un lot sans étiquette. Fischer-Piete signale aussi l'existence d'un troisième lot composé de trois grandes coquilles roulées et au sommet brisée, qu'il attribue à la même espèce. Fischer-Piete reconnaît Porcellana comme correspondant à *M. glabella* (Linné, 1758).

A l'examen du matériel original (MNHN, coll. Adanson), il s'avère qu'Adanson confondait deux espèces différentes sous le même nom de Porcellana, et qu'il a été suivi en cela par Fischer-Piete. Le lot de trois petites coquilles étiquetées "Porcellana" appartient en fait à l'espèce *Marginella aurantia* Lamarck, alors que les deux autres lots (dont le spécimen illustré par Adanson) appartiennent à l'espèce *Marginella glabella* Linné.

Leur taille respective ne peut suffire à départager les deux espèces dans le cas précis, non plus que leur couleur de fond (orange rosé à orange vineux chez *M. aurantia*, rose parme à rouge vif chez *M. glabella*). Néanmoins, la morphologie de leur coquille (notamment l'ouverture plus large, la spire plus basse, le labre interne plus arqué, les plis columellaires antérieurs plus longs et plus obliques, le dernier tour plus renflé chez *M. glabella*) et leur système de décoration (système de flocons blancs régulièrement dispersés chez *M. glabella*) permettent de les différencier sans difficulté, malgré de flagrantes similitudes entre les deux espèces (y compris dans le chromatisme de l'animal de *M. glabella*, orange foncé à rouge décoré de petits flocons blancs : Goud & Neefs, 1996 et obs. pers.) qui suggèrent une relation de proche parenté.

Marginella lamarcki sp. nov.
Figs 8-14

Matériel type

Holotype (22 x 11.4 mm), MNHN (Figs 8-9).
Paratypes 1 à 10 (L = 22 à 28.6 mm), CFB (Figs 10-13).

Autre matériel examiné

- Sud-ouest de la péninsule du Cap-Vert, stn Epopal 1, 04-99, 33-38 m : 1 spm juvénile, L = 13 mm.
- Sud-ouest de la péninsule du Cap-Vert, stn Petit Thiouriba, 09-99, 35 m : 1 spm adulte, 16.8 x 8.9 mm (Fig. 14).
- Sud-ouest de la péninsule du Cap-Vert, Banc du Séminole, 04-00, 27 m : 1 coq adulte, 16 x 8.7 mm.

Localité type

Au large de la Petite Côte, Centre-Sénégal, fonds meubles, 20 à 50 m (récolte des chalutiers rougetiers dakarois).

Description

Coquille : test solide, vernissé, composé de 3.75 tours post-larvaires, silhouette élancée, subcylindrique, légèrement pyriforme, spire basse (environ 20% de la longueur totale), conique, aiguë, protoconque petite, légèrement bulbeuse; ouverture large, dilatée vers la base; hanche du labre modérément proéminente, fuyante, labre épais, portant une quinzaine de dents, plus importantes vers le haut, la dent inférieure ayant la forme d'un bouton situé assez à l'intérieur de l'ouverture; quatre plis columellaires dont la taille s'amenuise de l'avant vers l'arrière, tranchants et proéminents, le premier étant très long, régulier et subvertical, les trois suivants courts et obliques; canal siphonal long, marge externe épaisse restant prononcée à la base et saillante sur le dos du canal siphonal.

Couleur de fond orange paille vif à orange sanguin, protoconque et premiers tours orange rosé à verdâtre; zone subsuturale bordée d'une bande brunâtre étroite marquée de petites hachures ou taches verticales blanches; les deux derniers tours sont décorés de petites taches blanches régulièrement disper-

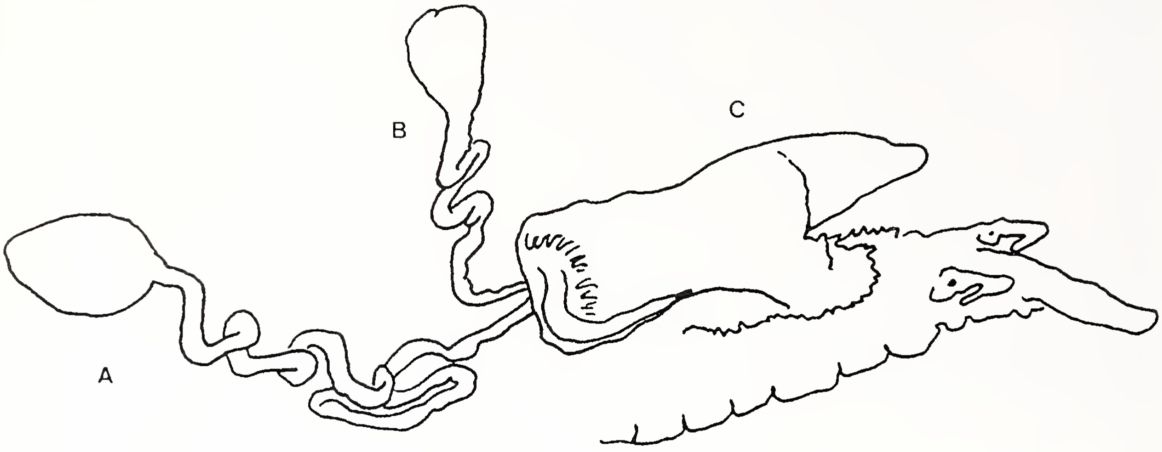


Fig. 15 : *M. aurantia*, appareil alimentaire : A = glande de Leiblein, B = glande salivaire ?, C = bulbe buccal.
Fig. 15 : *M. aurantia*, porzione anteriore del sistema digerente : A = ghiandola di Leiblein, B = ghiandola salivare ?, C = bulbo boccale.

sées, formant occasionnellement un lacis de flammules périphériques le long du bourrelet labial; deux bandes de fond plus claires se distinguent à la hauteur du tiers supérieur et du tiers médian du dernier tour, la bande inférieure positionnée haut sur la columelle et encadrée de deux alignements de flammules courtes, irrégulières et obliques adoptant souvent la forme de "pointes de flèche"; labre et bourrelet externe orange crème.

Animal (Fig. 14) : pied modérément étalé, plat, tronqué vers l'avant, tentacules et siphon longs; couleur de fond orange crème très clair, plus foncé vers l'avant, moucheté blanc très fin, tentacules et siphon orange clair uni.

Habitat

Le matériel type de *M. lamarcki* sp. nov. provient de chalutages réalisés entre 20 et 50 m sur fonds meubles entrecoupés d'alignements de fonds durs (dalles calcaires et rochers affleurants), situés à la hauteur de la Petite Côte (Centre-Sénégal). L'habitat de l'espèce peut difficilement en être déduit, les chaluts des rougetiers manoeuvrant fréquemment dans la proximité des fonds durs qui offre de meilleures opportunités pour la capture des démersaux.
Les trois sujets cités dans le reste du matériel examiné, provenant de trois stations différentes situées au sud-ouest de la Péninsule du Cap-Vert et étagées entre 27 et 35 m, ont été obtenus par lessivage de gros buissons de tiges chitineuses formées par des colonies de vers chaetoptères, dans des environnements mixtes de fonds durs bas (roches affleurantes et dalles calcaires) entrecoupés de nappes sableuses ou détritiques (petits éboulis, graviers, coquilles mortes, etc.) et parsemés de formations de spongiaires et de cnidaires à port fréquemment arbustif. Ces buissons denses offrent une apparence assez proche de celle des coraux antipathaires du groupe Antipatharia et constituent un habitat-refuge utilisé dans cette zone par un grand nombre d'espèces qui ne sont ordinairement pas draguées ou chalutées sur fond meuble et rarement brossées sur les fonds durs à végétation rase dans l'infralittoral inférieur.
Il ne paraît pas possible d'inférer, dans l'état actuel, que l'habitat cryptique offert par les buissons de chaetoptères puisse constituer le foyer privilégié de *M. lamarcki* ou plutôt un habitat marginal. On observe néanmoins que *M. lamarcki* reste très rare dans les collections privées, qu'elle n'est représentée dans aucune des collections publiques examinées, et qu'elle n'est qu'exceptionnellement rapportée dans les filets des chalutiers dakarois, au contraire de la plupart des autres *Marginella* de l'infralittoral du Centre-Sénégal.
Les 11 sujets qui composent le lot type constituent l'ensemble du matériel obtenu par M. Pin sur une durée de 3 ans (1995 à 1997). Il est donc vraisemblable que *M. lamarcki* ne soit pas un occupant des sédiments de surface sur les plaines dégagées de l'infralittoral du Centre-Sénégal, et que l'espèce recherche plutôt des environnements alvéolés ou interstitiels.

Distribution

L'espèce est connue de l'infralittoral inférieur du Centre-Sénégal, du sud-ouest de la Péninsule du Cap-Vert jusqu'au centre de la Petite Côte (Yene à M'Bour). Elle n'est pas signalée dans les récoltes plus profondes effectuées au nord de la Péninsule du Cap-Vert (Fosse de Cayar : 80 à 200 m), ni dans les récoltes provenant de Mauritanie, de Casamance, de Guinée-Bissau et de Guinée.
On note que les trois spécimens examinés du sud-ouest de la Péninsule du Cap-Vert présentent une taille très inférieure à celles des spécimens-types qui proviennent de la Petite Côte, et que leur décoration très simplifiée (Fig. 14) ne révèle pas de bandes de fond plus claires. Ces caractères originaux constituent apparemment une variation géographique du phénotype basée sur une probable autonomie des populations distribuées à l'ouest de Gorée et de la Péninsule du Cap-Vert par rapport à celles de la Petite Côte.

REMARQUES

M. lamarcki présente de grandes similitudes d'aspect avec *M. aurantia*, mais elle s'en distingue par quelques caractères constants et originaux, tant au niveau de la morphologie de la coquille (silhouette subpyriforme, canal siphonal allongé, bourrelet labial saillant à la base, premier pli columellaire long, régulier et subvertical, protoconque plus petite) qu'au niveau de la décoration (deux bandes plus claires sur le fond au lieu d'une, situées plus haut sur la coquille; moucheté blanc plus fin et plus régulier, sans nuages massifs, deux alignements de flammules courtes à angles brisés).

D'autres traits distinctifs sont moins constants ou moins nets, comme la hauteur relative de la spire et l'angle apical de celle-ci. Bien que la coquille de *M. lamarcki* possède, à l'instar de celle de *M. aurantia*, une morphologie et une décoration peu variables, la hauteur de la spire qui représente ordinairement 20 à 22% de la longueur totale peut exceptionnellement aller jusqu'à 26%, alors que la spire de *M. aurantia* peut représenter de 21.5 à 28% de la longueur totale.

De même, l'angle apical est généralement plus ouvert chez *M. lamarcki*, avec un apex au profil bulbeux, alors que l'angle apical est plus fermé chez *M. aurantia*, avec un apex émoussé. Certains sujets à spire basse de *M. aurantia* peuvent néanmoins présenter un angle apical plus ouvert, et certains sujets de *M. lamarcki* ne présentent pas un apex nettement bulbeux.

En matière de décoration de la coquille, la couleur de fond est généralement bien différente entre les deux espèces, *M. aurantia* présentant des tons brûlés ou vineux assez prononcés, alors que *M. lamarcki* présente des tonalités plus vives et plus claires. Des coloris de transition peuvent néanmoins se présenter dans les deux espèces.

Les similitudes entre les coquilles des deux espèces sont suffisamment grandes, et *M. lamarcki* assez rarement observée, pour que les deux morphes aient toujours été assimilés à la même espèce par les observateurs. Un spécimen de *M. lamarcki* provenant de la Petite Côte (Yene, 20 m) a été figuré sous le nom de *M. aurantia* dans une iconographie anonyme des *Marginella* du Sénégal (Xenophora n°71, 1995).

Les parties molles de *M. aurantia* et de *M. lamarcki* ne présentent pas de différences décisives. L'animal de *M. aurantia* est apparemment d'un orange plus soutenu que celui de *M. lamarcki*. Néanmoins l'intensité de la couleur est sensiblement variable selon les sujets de *M. aurantia*, dont certains peuvent être assez clairs, et seulement deux animaux vivants de *M. lamarcki* ont pu être observés : un animal adulte à la tonalité très claire (Fig. 14) et un animal juvénile à la tonalité plus soutenue.

Les deux espèces, qui offrent tous les caractères d'espèces jumelles, ne semblent pas être micro-sympatriques. En l'état actuel de la documentation, la distribution de *M. aurantia* semble être limitée aux abords des petits fonds durs dans les environnements basaltiques de la Péninsule du Cap-Vert (plus spécialement de sa façade nord), et celle de *M. lamarcki* à l'infralittoral inférieur de la zone située au sud-ouest et au sud de la Péninsule du Cap-Vert, dans des environnements intermédiaires plus complexes. Des investigations plus poussées permettraient de vérifier si l'absence de micro-sympatrie entre les deux espèces ne résulte pas principalement de distributions dissociées, *M. aurantia* occupant l'infralittoral situé au nord de la Péninsule du Cap-Vert et *M. lamarcki* l'infralittoral situé au sud de celle-ci.

La distribution actuelle apparemment très circonscrite des deux espèces les rend assimilables à des endémiques vraies. L'absence de documentation paléontologique conséquente sur la faune fossile des mollusques marins dans le Nord-Ouest africain empêche d'étudier une datation de la divergence des deux espèces et la distribution que l'une et l'autre ont pu connaître dans le passé.

ETYMOLOGIE

D'après le Chevalier M. de Lamarck, précurseur de la théorie moderne de l'évolution biologique et descripteur de l'espèce *Marginella aurantia*, jumelle de notre espèce nouvelle.

REMERCIEMENTS

Je suis redevable au Département de Malacologie du Muséum national d'Histoire naturelle (Paris) pour son soutien dans ce travail, notamment à Virginie Héros et à Pierre Lozouet pour la mise à disposition et pour les prises de vue d'un spécimen type, ainsi qu'à Philippe Maestrati pour les prises de vue complémentaires et pour le montage des illustrations.

Claude Vaucher et Alain de Chambrier m'ont grandement facilité un séjour effectué au Muséum d'Histoire Naturelle de Genève pour l'examen de la collection Delessert et des types de Lamarck.

Ma gratitude va aussi à Emilio Rolán (Vigo) pour la réalisation d'une dissection anatomique, et à Robert et Nicole Hasselot (Jouques) pour la saisie du texte.

Un remerciement spécial est dû à Patrice Petit de Voize (Le Grau du Roi), à Patrick Boyer (Saint Martin de Bromes) et à Haïdar El-Ali (Dakar) pour l'aide apportée dans l'échantillonnage en plongée autonome.

Cet article est dédié au regretté Marcel Pin (Dakar), qui a le premier attiré mon attention sur la "forme profonde" de *Marginella aurantia*.

REFERENCES

ADANSON M., 1757. *Histoire naturelle du Sénégal. Coquillages. Avec la relation abrégée d'un voyage fait en ce pays, pendant les années 1749-53. Partie 2. coquillages* : 1-275, 19 pls, 1 carte. Bauche, Paris.

ANONYME, 1995. Marginellidae Fleming, 1828. Le genre *Marginella* sensu largo. Espèces du Sénégal. *Xénophora*, 71 : 18-21.

COOVERT G.A & COOVERT H.K. 1995. Revision of the Supraspecific Classification of Marginelliform Gastropods. *The Nautilus*, 109 (2-3) : 43-110.

FISCHER-PIETE E., 1942. Les Mollusques d'Adanson. *Journal de Conchyliologie*, 85 : 103-374, 16 pls.

GOUD J & NEEFS J 1996. The larger Marginelliform Gastropods (Cysticidae and Marginellidae) collected during the CANCAP and MAURITANIA expeditions in the south-eastern part of the North Atlantic Ocean. The genera *Persicula*, *Prunum*, *Dentimargo*, *Marginella*, and

Glabella. Vita Marina, 43 (3-4) : 25-50.

Lamarck J.B.P.A de M de, 1822. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, 1ère éd. Vol 7, Mollusques : 1-711. Paris, Guiraudet.

Marche-Marchad I., 1958. Nouveau catalogue de la collection de mollusques testacés marins de l'IFAN. *Catalogues de l'IFAN*, 14 (1) : 1-64.

Lavoro accettato il 29 settembre 2003

Bollettino Malacologico, Roma, 39 (9-12): 149-156, [2003] 2004 - Società Italiana di Malacologia

Sulla distribuzione di *Neostyriaca corynodes* (Held, 1836) in Italia (Pulmonata: Clausiliidae)

Cesare Dalfreddo, Maria Manuela Giovannelli, Marco Bodon & Simone Cianfanelli

KEYWORDS: Clausiliidae, *Neostyriaca corynodes*, distribution, Italy

ABSTRACT *Neostyriaca corynodes* (Held, 1836) is a European clausilid species with disjunct distribution between France, Switzerland, Austria, Liechtenstein, Germany and Italy. In Italy, it is rare, and scattered populations only occur in a few stations on the southern slopes of the Alps, Pre Alps near Bergamo and the Dolomites near Belluno (Mt. Coppolo and Vette Feltrine). These populations are probably relicts from the last ice age of the Quaternary, which caused fragmentation of a then wider distribution. The shell and the genital system of these populations are described with notes on ecology. *N. corynodes* is exclusive to mountain environments where it is found between 1050 and 2025 metres. It shows a marked preference for wet areas with a grass or moss carpet over limestone substrate, especially stratified limestone outcrops with eastern or western aspect in valleys orientated N-S, and it is also found on the underside of rocks. The different European populations of the species represent six different morphs having the status of subspecies. The paper concludes with discussion of the taxonomic status of the Italian populations, and notes on the literature and historical collections.

RIASSUNTO In questo contributo vengono studiate le popolazioni italiane della specie *Neostyriaca corynodes*, raro clausilide finora poco noto per il versante meridionale delle Alpi. Viene descritta la conchiglia e l'anatomia, con alcune note sull'ecologia e sulla distribuzione della specie in Europa e in Italia. Infine, viene verificato lo stato tassonomico delle popolazioni italiane e vengono esaminate e discusse le segnalazioni di letteratura e quelle delle collezioni storiche.

C. Dalfreddo - Museo Tridentino di Scienze Naturali, Via Calepina 14, 38100 Trento.
M. M. Giovannelli - Museo Friulano di Storia Naturale, Via Marangoni 39, 33100 Udine.
M. Bodon - Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Siena, Via P.A. Mattioli 4, 53100 Siena.
S. Cianfanelli - Museo di Storia Naturale, Sezione Zoologica de "La Specola", Università di Firenze, Via Romana 17, 50125 Firenze.

INTRODUZIONE

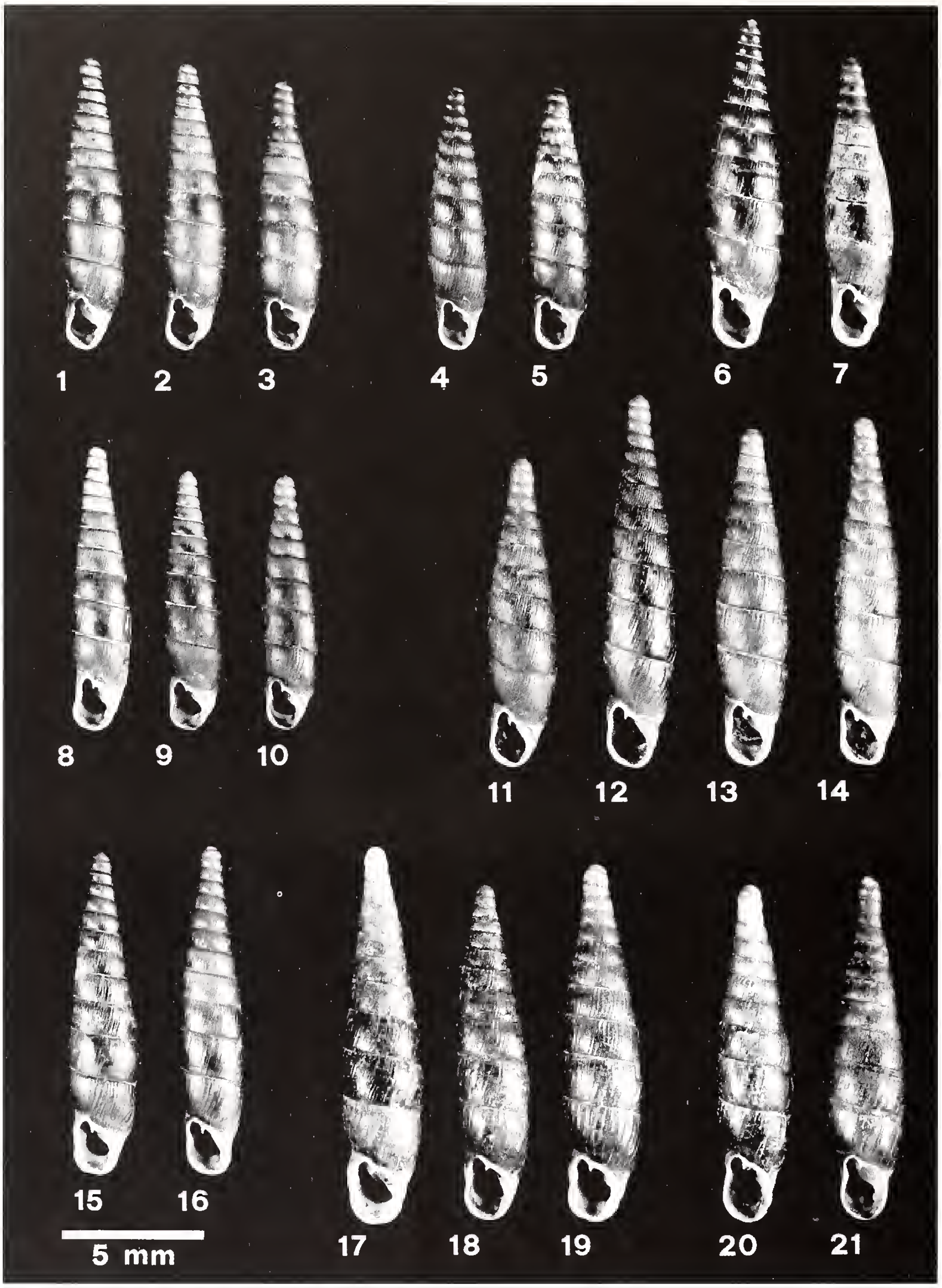
Durante le ricerche malacologiche, effettuate da uno degli autori tra luglio 1996 e settembre 2001 all'interno del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi e nelle aree limitrofe (Dalfreddo, 1998; Dalfreddo *et al.*, 2000), sono stati raccolti un centinaio di nicchi e diversi esemplari viventi di *Neostyriaca corynodes* (Held, 1936), un clausilide a distribuzione alpina ristretta, noto, oltre che per l'Italia, anche per la Francia, la Svizzera, l'Austria, il Liechtenstein e la Germania. Scopo di questo contributo è la verifica dello stato tassonomico delle popolazioni italiane e l'aggiornamento della distribuzione nel versante sud delle Alpi.

Neostyriaca corynodes (Held, 1836)

Clausilia (Pirostoma) corynodes, - Paulucci, 1878: 15.
Clausilia corynodes, - Westerlund, 1878: 122-123.
Pirostoma corynodes, - Clessin, 1888: 471-472.
? *Pirostoma corynodes*, - Gallenstein, 1900: 164-165, 152.
Clausilia (Graciliaria) corynodes, - Schröder, 1910: 31.
Graciliaria corynodes, - Thorson, 1931: 209.
Neostyriaca corynodes, - Ehrmann, 1933: 77, Fig. 51.
Graciliaria corynodes, - Venmans, 1954: 77.
Neostyriaca corynodes, - Marcuzzi, 1956: 384.
Neostyriaca corynodes, - Alzona, 1971: 110.
Neostyriaca corynodes, - Marcuzzi, 1976: 243.
Neostyriaca corynodes, - Eikenboom, 1996: 96, 101, Tav. 8 fig. 6.
Neostyriaca corynodes, - Dalfreddo, 1998: 51.
Neostyriaca corynodes, - Manganelli et al., 1998: 154-155.
Neostyriaca corynodes, - Turner *et al.*, 1998: 224, Fig. p. 224, 226.
Neostyriaca corynodes, - Dalfreddo, 1999: 71, Tav. I, fig. a.
Neostyriaca corynodes, - Dalfreddo *et al.*, 2000: 163, 184, 186-187, 197, Tav. I, fig. e, Tav. II, Tab. III-V.
Neostyriaca corynodes, - Decet & Fossa, 2001: 95-96.

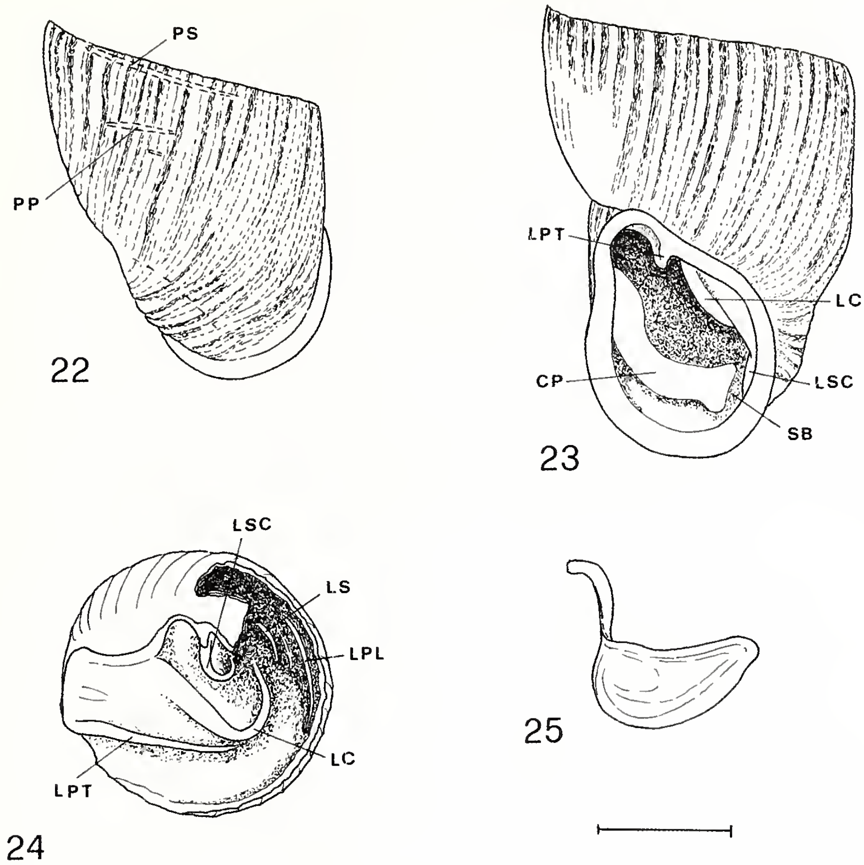
Descrizione della conchiglia delle popolazioni italiane

Conchiglia fusiforme allungata, sinistrorsa, di medie dimensioni, con apice ottuso, di colore rosso-bruno, a volte tendente al violetto o al giallastro negli esemplari vecchi (Figg. 1-7). Spira formata da 10-12 giri poco convessi, a crescita lenta e regolare; suture poco profonde. Superficie fittamente costulata; costolature esili, poco rilevate, più rade, attenuate e meno sporgenti negli ultimi giri. Apertura piriforme, con peristoma riflesso, biancastro, appena distaccato dalla parete dell'ultimo giro con, all'interno, una serie di lamelle e di pliche: lamella parietale (lamella superiore) estesa a raggiungere il peristoma; lamella columellare ben sviluppata, aderente alla columella; lamella subcolumellare, anch'essa ben sviluppata, ma estesa fino al peristoma; lamella parallela, ben interna e sviluppata sulla parete superiore; lamella spirale rudimentale e nettamente separata dalla lamella parietale; plica suturale abbastanza lunga, sulla parete esterna dell'apertura; plica principale breve (Figg. 22-24). Callosità palatale ben evidente, parallela al margine boccale, interrotta in corrispondenza del solco basale, quest'ultimo ben pronunciato. Lunella assente.



Figg. 1-21. Conchiglie di *Neostyriaca corynodes* di popolazioni italiane delle Dolomiti Bellunesi, Vette Feltrine (Sovramonte, BL) (Figg. 1-3) e M. Coppolo (Lamon, BL) (Figg. 4-5), di Carbonera nelle Prealpi Bergamasche (Colere, BG) (Figg. 6-7); principali sottospecie delle altre aree alpine (escluse le forme di alta quota): *N. c. corynodes* (Figg. 8-10), *N. c. saxatilis* (Figg. 11-14), *N. c. brandi* (Figg. 15-16), *N. c. styriaca* (Figg. 17-19) ed esemplari di collezioni storiche del "Trentino" (Figg. 20-21). Figg. 1-3: Scalon di S. Antonio, M. Front, 1600 m, C. Dalfreddo leg. 7.8.97; 4-5: M. Coppolo, cima est, versante sud, 1900 m, C. Dalfreddo leg. 7.9.01; 6-7: Carbonera, J. Eikenboom leg. 6.92, coll. F. Giusti, Siena; 8-10: Eisenerz (Steiermark, Austria), M. Bodon leg. 10.6.85; 11-14: Weissenstein (Solothurn, CH), M. Bodon & G. Manganelli leg. 12.6.96; 15-16: S. Anton a. d. Jeßnitz, Scheibbs (Niederösterreich, Austria), M. Bodon leg.10.6.85; 17-19: rispettivamente Schockl, Hochlantsch e Wildalpen (Styria, Austria), coll. Landesmuseum für Kärnten, Klagenfurt; 20-21: coll. del Museo Zoologico "La Specola", Università di Firenze.

Figs 1-21. *Neostyriaca corynodes* shells of Italian populations from Dolomites near Belluno, Vette Feltrine (Sovramonte, BL) (Figs 1-3) and Mt. Coppolo (Lamon, BL) (Figs 4-5), from Carbonera, Pre Alps near Bergamo (Colere, BG) (Figs. 6-7); subspecies from other alpine areas (high altitude morphs excluded): *N. c. corynodes* (Figs 8-10), *N. c. saxatilis* (Figs 11-14), *N. c. brandi* (Figs 15-16), *N. c. styriaca* (Figs 17-19) and specimens from historical collection with "Trentino" indicated as provenance (Figs 20-21). Figs 1-3: Scalon di S. Antonio, Mt. Front, 1600 m, C. Dalfreddo leg. 7.8.97; 4-5: Mt. Coppolo, eastern top, southern slope, 1900 m, C. Dalfreddo leg. 7.9.01; 6-7: Carbonera, J. Eikenboom leg. 6.92, F. Giusti collection, Siena; 8-10: Eisenerz (Steiermark, Austria), M. Bodon leg. 10.6.85; 11-14: Weissenstein (Solothurn, CH), M. Bodon & G. Manganelli leg. 12.6.96; 15-16: S. Anton a. d. Jeßnitz, Scheibbs (Niederösterreich, Austria), M. Bodon leg.10.6.85; 17-19: Schockl, Hochlantsch and Wildalpen (Sty-tia, Austria) respectively, coll. Landesmuseum für Kärnten, Klagenfurt; 20-21: collection of the Zoological Museum "La Specola", Florence University.



Figg. 22-25. Ultimo giro visto dal dorso (Fig. 22), ultimo giro e apertura, in visione frontale (Fig. 23), porzione superiore interna dell'apertura, vista dal basso (Fig. 24) e clausilio (Fig. 25) di *Neostyriaca corynodes* delle Dolomiti Bellunesi. Esemplari raccolti nella Val Boalone sopra Malghe Le Prese, 1650 m ca. (Sovramonte, BL), QS1607, C. Dalfreddo leg. 18.10.97.
Abbreviazioni: CP = callosità palatale; LC = lamella columellare; LPL = lamella parallela; LPT = lamella parietale; LS = lamella spirale; LSC = lamella subcolumellare; PP = plica principale; PS = plica suturale; SB = solco basale. Tratto nero = 1 mm.
Figs 22-25. Last whorl, dorsal view (Fig. 22), last whorl with a frontal view of the aperture (Fig. 23), inner higher portion of the aperture, bottom view (Fig. 24) and *clausilium* (Fig. 25) of *Neostyriaca corynodes* from Dolomites near Belluno. Specimens found in Val Boalone, above Malghe Le Prese, about 1650 m a.s.l. (Sovramonte, BL), QS1607, C. Dalfreddo leg. 18.10.97.
Abbreviations: CP = palatal callus; LC = columellar lamella; LPL = parallel lamella; LPT = parietal lamella; LS = spiral lamella; LSC = subcolumellar lamella; PP = principal plica; PS = sutural plica; SB = basal groove. Scale bar = 1 mm.

Clausilio con lama basale priva di indentatura (Fig. 25).
Dimensioni delle popolazioni delle Dolomiti Bellunesi (Tab. 1): altezza della conchiglia: 8,2-10,4 mm; diametro della conchiglia: 2,2-2,6 mm; altezza dell'apertura: 1,7-2,0 mm; diametro dell'apertura: 1,2-1,6 mm. Dimensione di due nicchi della popolazione delle Prealpi Lombarde: altezza della conchiglia: 10,7-12,3 mm; diametro della conchiglia: 2,6-3,1 mm; altezza dell'apertura 2,3-2,4 mm; diametro dell'apertura: 1,8 mm.

Anatomia delle popolazioni italiane

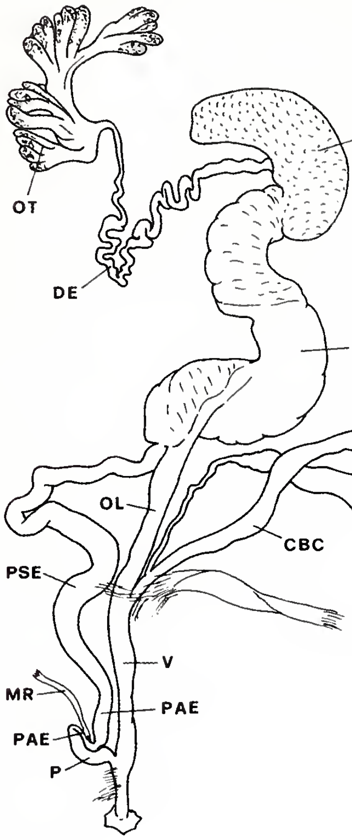
Apparato genitale caratterizzato da un lungo e grosso pseudoepifallo, da un paraepifallo tozzo nel tratto prossimale, che prosegue in un breve e sottile tratto distale, presso l'inserzione dell'esile muscolo retrattore, e, quindi, nel pene (Figg. 26-27). Il pene, è largo e tozzo; la sua parete interna è solcata da pliche longitudinali (Fig. 28). Nella parte femminile si nota un ovidotto libero mediamente allungato, il canale della borsa copulatrice lungo e ben sviluppato, con un'ampia borsa copulatrice; nella porzione basale del canale si distacca un sottile canalicolo, che conduce al diverticolo della borsa. Il tratto vaginale è piuttosto allungato, all'incirca il doppio della lunghezza del pene. Fascetti muscolari collegano il tratto vaginale, in prossimità dell'inserzione del canale della borsa, con i retrattori oculari.

Note sull'habitat e sull'ecologia

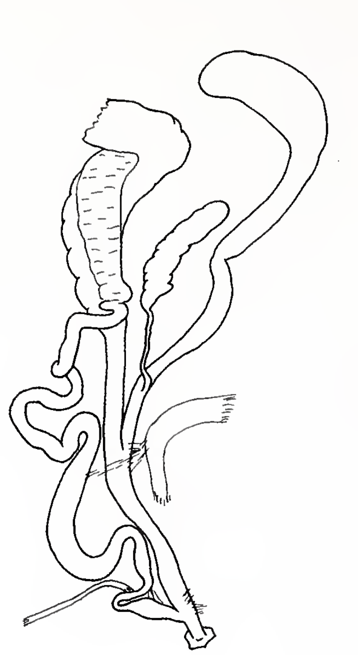
Neostyriaca corynodes è un clausilide esclusivamente montano, reperibile a quote tra 1050 m e 2025 m ca. Specie calcifila, predilige stazioni relativamente umide, dove è stata osservata su pareti e massi calcarei ricoperti, sovente, da muschi o da vegetazione erbacea, ma anche sotto le pietre. In particolare è stata trovata in nicchie ed in esili cenge su piccole pareti rocciose o anche alla base di queste. Predilige rocce stratificate di Calcari Grigi con esposizioni ad oriente ed occidente nelle valli orientate in direzione N-S.

Areale della specie e sua distribuzione in Italia

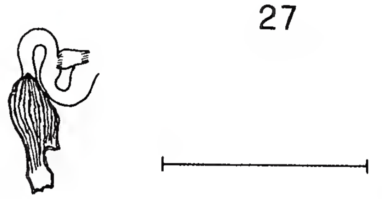
La specie presenta corologia alpina, con due aree di diffusione principali. La prima, occidentale, comprende le Alpi calcaree settentrionali francesi fino alla Selva Nera, al lago di Costanza e l'Alpe Sveva occidentale nella Germania meridionale; la seconda, orientale, è compresa tra l'Austria centrale fin verso la Baviera sudorientale (Klemm, 1969; Kerney *et al.*, 1983; Turner *et al.*, 1998). La specie si trova, quindi, a nord delle Alpi, in cinque diversi stati: Francia, Svizzera, Liechtenstein, Germania e Austria (Falkner *et al.*, 2001). A queste stazioni si aggiungono quelle dell'Italia, che sono forse relitti di una più antica e vasta distribuzione (Figg. 29-30). Queste stazioni sono poste sul margine meridionale delle Alpi; una sulle Prealpi Lombarde (Carbonera a 1050 m di quota, sul versante nord del Monte Presolana, Colere, Bergamo; UTM: NR8392), le altre nel Veneto (BL), sul M. Coppolo a occidente della Valle del Cismon, e sulle Vette Feltrine, con numerose popolazioni (Tab. 1).
Sul M. Coppolo la specie è stata trovata a partire dai 1650 m fino ai 2025 m ca., soprattutto sul versante meridionale, ma alcuni esemplari anche su quello settentrionale fino a un centi-



26



27



28

Figg. 26-28. Tratto genitale di due esemplari (Figg. 26-27) e particolare interno del pene (Fig. 28) di *Neostyriaca corynodes* delle Dolomiti Bellunesi. Esemplari raccolti nella salita al Rif. Dal Piaz, 1750 m ca. (Sovramonte, BL), QS1907, C. Dalfreddo leg. 12.7.00.

Abbreviazioni: BC = borsa copulatrice; CBC = canale della borsa copulatrice; DBC = diverticolo della borsa copulatrice; DE = dotto ermafrodita; GA = ghiandola dell'albume; MR = muscolo retrattore peniale; OL = ovidotto libero; OV = ovispermidotto; OT = ovotestis; P = pene; PAE = paraepifallo; PSE = pseudoepifallo; V = vagina. Tratto nero = 1 mm.

Figs 26-28. Genital tracts of two *Neostyriaca corynodes* specimens from the Dolomites near Belluno (Figg. 26-27), with detail of inner side of penis (Fig. 28). Specimens collected along path to Dal Piaz Refuge, about 1750 m a.s.l. (Sovramonte, BL), QS1907, C. Dalfreddo leg. 12.7.00.

Abbreviations: BC = bursa copulatrix; CBC = duct of the bursa copulatrix; DBC = diverticulum of the bursa copulatrix; DE = hermaphrodite duct; GA = albumen gland; MR = penial retractor muscle; OL = free oviduct; OV = spermoviduct; OT = ovotestis; P = penis; PAE = paraepiphallus; PSE = pseudoepiphallus; V = vagina. Scale bar = 1 mm.

naio di metri sotto il crinale. Vive in ambiente rupestre, appena sopra il limite del bosco, su paretine di Calcari Grigi colonizzate dalla vegetazione.

All'interno del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi la presenza di *N. corynodes* è più consistente, anche se localizzata solo nel gruppo delle Vette Feltrine, e precisamente nell'area compresa tra il Vallon de le Prese e lo Scalon delle Vette (Dalfreddo, 1998, 1999; Dalfreddo *et al.*, 2000). L'intervallo altitudinale è di circa 500 metri a partire dalla quota di 1450-1500 m fino alla quota massima di 1925 m sul versante nord del Monte Vallazza, con maggiore presenza tra 1500 e i 1600 m; la frequenza della specie sembra decrescere da ovest verso est.

Inquadramento tassonomico

Il genere *Neostyriaca* Wagner, 1920, è caratterizzato, rispetto a *Clausilia* Draparnaud, 1805, e *Julica* Nordsieck, 1963, da una conchiglia con armatura aperturale priva di lunella e con lamella spirale ridotta, nettamente separata da quella parietale. Sul piano anatomico, il carattere più evidente, che la separa da questi due generi, è l'aspetto del paraepifallo prossimale, breve e tozzo (Nordsieck, 1963, 1966). *N. corynodes* si riconosce agevolmente da *N. strobeli* (Strobel, 1850), l'unica altra specie vivente del genere, per la forma più slanciata e per la costolatura meno accentuata e più fitta, oltre che per una diversa disposizione dell'armatura boccale (in *N. strobeli* la callosità palatale è poco sviluppata al centro mentre, nella porzione inferiore, è molto evidente la plica basale).

Klemm (1969) ha inquadrato le popolazioni viventi del nord delle Alpi in sei sottospecie, tutte, attualmente, considerate valide (Reischütz, 1998; Turner *et al.*, 1998; Falkner *et al.*, 2001). A parte due taxa austriaci di alta quota, *N. c. evadens* (Klemm, 1969) e *N. c. conclusa* (Klemm, 1969), localizzati e caratterizzati dalla forma della conchiglia raccorciata e obesa, gli altri occupano areali più vasti e, per lo più, distinti. *N. c. saxatilis* (W. Hartmann, 1843) (Figg. 11-14) si estende sul settore alpino-occidentale, la sottospecie tipica, *N. c. corynodes* (Figg. 8-10) è distribuita nell'Austria centrale, *N. c. brandti* (Klemm, 1969) (Figg. 15-16) nell'Austria orientale, mentre *N. c. styriaca* (A. Schmidt, 1856) (Figg. 17-19) vive un poco più a sud, nei dintorni di Graz.

La sottospecie tipica si caratterizza soprattutto per le minori dimensioni (8,0-10,6 mm di altezza), *N. c. saxatilis* è invece più grossa e tozza (10,2-12,6 mm di altezza), mentre *N. c. brandti* ha dimensioni simili a quest'ultima, ma apice più snello e aspetto più slanciato, con costolature abbastanza accentuate e più rade; infine, *N. c. styriaca*, è riconoscibile per le maggiori dimensioni (11,9-13,5 mm di altezza), l'aspetto robusto e la presenza di una



Fig. 29. Distribuzione di *Neostyriaca corynodes* nelle Alpi. 1: areale occidentale; 2; areale orientale; 3-4: areale meridionale (3: Prealpi Lombarde; 4: Dolomiti Bellunesi).

Fig. 29. Distribution of *Neostyriaca corynodes* in the Alps. 1: western pupulations; 2; eastern populations; 3-4: southern populations (3: Pre Alps of Lombardy; 4: Dolomites near Belluno).

lunella rudimentale, ma evidente.

Mentre la popolazione delle Prealpi Bergamasche (Figg. 6-7) è più simile a *N. c. saxatilis*, quelle orientali (Figg. 1-5) appaiono intermedie, come aspetto e dimensioni, tra la forma tipica e *N. c. saxatilis*. Secondo l'attuale prassi nella classificazione di questo complesso, potrebbero, quindi, essere collocate in un taxon sottospecifico a sé stante. Dato, però, che le differenze morfologiche appaiono di scarso rilievo e che non sono accompagnate da altre peculiarità anatomiche, si preferisce, al momento, trascurare l'inquadramento sottospecifico.

Segnalazioni della specie per il territorio italiano

Sia Paulucci (1878) che Westerlund (1878) segnalano per la prima volta *Neostyriaca corynodes* in Italia. Paulucci (1878) riporta la specie per il nord-est del territorio nazionale, in quella che fu la prima vera checklist della malacofauna non marina italiana (Manganelli *et al.*, 2002), senza tuttavia precisare alcuna località e senza alcuna nota in merito. Westerlund (1878) riporta la presenza della specie per Bolzano, nell'ambito di una monografia sui clausilidi, ma tale località non è stata più confermata da alcun autore. Dieci anni dopo fu Clessin (1888) a citare la presenza di *N. corynodes* nel nord Italia, senza tuttavia riportare alcun altro dato. Solo Schröder (1910) ha riportato una citazione circostanziata per le Dolomiti: "Val Noana" (TN), dove la specie è stata segnalata come rara. In seguito nessuno più confermò la presenza della specie nelle Dolomiti, né Thorson (1931), che riporta il dato ricavandolo dal lavoro di Schröder (1910), né Graziadei (1937) che effettuò ricerche proprio in Val Noana, né Marcuzzi (1956, 1976), che cita il dato di Thorson. Anche alcune ricerche recenti (Dalfreddo, 1998; Dalfreddo *et al.*, 2000) condotte in Trentino, in alta Val Noana (Val Nagaoni, Val Giasenozza, Cadini di Neva, Val di Roda) non hanno confermato la presenza della specie. Marcuzzi (1956), riportando la segnalazione di Thorson (1931), aggiunge una nota di Riezler (1929), secondo il quale il ritrovamento di Schröder potrebbe essere ricondotto ad una forma locale di *Neostyriaca strobeli*, nota per la Lombardia e per il Trentino. Comunque, l'areale di *N. strobeli*, riportato da Graziadei (1935) e da Klemm (1969), non si estenderebbe, a oriente, oltre il Lago di Garda e, quindi, questa specie sarebbe assente nelle Dolomiti.

Due nicchi di *N. corynodes* sono conservati al Museo Zoologico de "La Specola", Sezione del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, nella collezione Paulucci (MZUF 19005; Figg. 20-21). Questo materiale fu inviato alla Marchesa dal Dr. Boettger prima del maggio 1878. Nel cartellino del campione è riportata come località di raccolta "Trentino", pertanto, il dato sembrerebbe confermare le segnalazioni della specie per questo territorio. Tuttavia, l'esame di questo materiale, sebbene attribuibile con certezza a *N. corynodes*, non rivelerebbe affinità con le altre popolazioni italiane. Infatti l'aspetto del nicchio di questi esemplari si accosta alquanto a quello di *N. c. styriaca* (Figg. 17-19). È del tutto improbabile, quindi, che questi esemplari provengano dall'area del Trentino confinante con le Dolomiti Bellunesi. Un altro nicchio etichettato "Monte Broccon (Valsug.), leg. Adami" è conservato al Museo Tridentino di Scienze Naturali di Trento, e questo, invece, corrisponde a quelli delle popo-

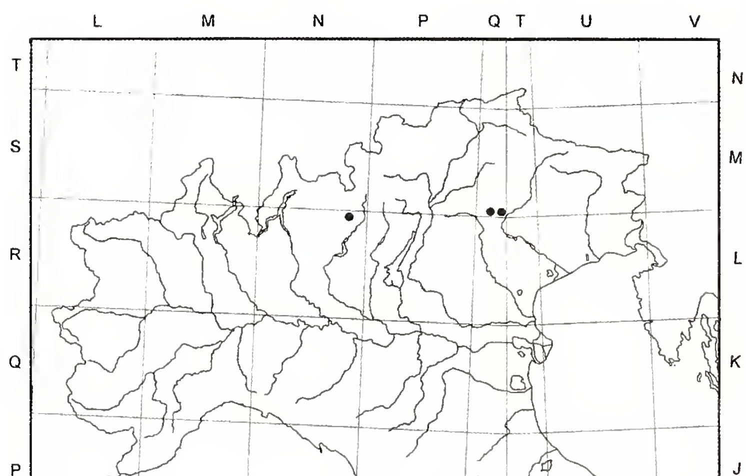


Fig. 30. Distribuzione di *Neostyriaca corynodes* nel nord Italia in base al reticolo UTM.

Fig. 30. Distribution of *Neostyriaca corynodes* in northern Italy, according to UTM projection.

lazioni delle Dolomiti Bellunesi. Ricerche condotte nell'area del Passo Broccon, in Trentino, dal M. Agaro al Col del Boia, non hanno confermato la presenza della specie, trovata solo sul M. Coppolo a SE del passo, ma in territorio veneto. In conclusione, le segnalazioni per il Trentino non hanno conferme recenti.
Gallenstein (1900) riporta *N. corynodes* per la Carinzia e cita un paio di esemplari raccolti nella zona di Raibl e nella Valle del Rio Freddo, Canale Prasnig, nelle Alpi sud-orientali presso Tarvisio (Alpi Giulie, Udine). Klemm (1969) esamina il materiale liano è conservato nella collezione di questo autore al Museo Civico di Storia Naturale di Milano.
Secondo Nordsieck (Manganelli *et al.*, 1995), comunque, tutte le segnalazioni per l'Italia precedenti al 1995 sono da considerarsi errate. *Neostyriaca corynodes*, pertanto, non risulta inserita nella prima stesura della Checklist della Fauna Italiana (Manganelli *et al.*, 1995) e vi è entrata solo di recente (Manganelli *et al.*, 1998), in seguito alla segnalazione certa di Eikemboom (1996) che ha raccolto alcuni esemplari presso Colere, sul versante nord del

N°	Località	Gruppo Montuoso	Comune	Quota m s.l.m.	Coordinate UTM	Data	N° es.
1	Piera Paza, M. Piad	M. Coppolo	Lamon	1650	QS1106	07.09.2001	10
2	M. Coppolo, cima est, versante sud	M. Coppolo	Lamon	1900	QS1106	07.09.2001	18
3	M. Coppolo, cima est, versante sud	M. Coppolo	Lamon	1980	QS1106	07.09.2001	10
4	M. Coppolo, crinale cima est	M. Coppolo	Lamon	2025	QS1107	07.09.2001	10
5	M. Coppolo, cima est, versante nord	M. Coppolo	Lamon	1980	QS1107	07.09.2001	5
6	Monte Castello	Vette Feltrine	Sovramonte	1500-1600	QS1607	18.10.1997	71
7	Val Boalone sopra Malga Le Prese	Vette Feltrine	Sovramonte	1650-1750	QS1107	18.10.1997	28
8	Monte Vallazza ovest	Vette Feltrine	Sovramonte	1900	QS1607	18.10.1997	1
9	Monte Vallazza nord	Vette Feltrine	Sovramonte	1925	QS1608	08.08.1997	1
10	Scalon di S. Antonio	Vette Feltrine	Sovramonte	1450-1850	QS1807-1707 1708	14.06.1997 07.08.1997	18 20
11	Malga Monsampiano	Vette Feltrine	Sovramonte	1875	QS1707	07.08.1997	6
12	Salita Rif. Dal Piaz	Vette Feltrine	Sovramonte	1750	QS1907	07.08.1997 12.7.2000	18 12
13	Scalon di Lamen	Vette Feltrine	Feltre	1600-1700	QS2007-2008	30.07.1997	3
14	Forzelon	Vette Feltrine	Feltre	1850-1880	QS2008	30.07-04.08.1997	5
15	Scalon delle Vette	Vette Feltrine	Feltre	1500	QS2108	20.07.1996	1

Tab. 1. Stazioni e dati relativi alle raccolte di *Neostyriaca corynodes* sul M. Coppolo e sulle Vette Feltrine (BL).
Tab. 1. List of stations and data regarding sampling of *Neostyriaca corynodes* on Mt. Coppolo and on Vette Feltrine (BL).

citato da Gallenstein (1900), ma, pur confermando l'attribuzione dei reperti a *N. c. brandti,* non elenca, né riporta nella distribuzione della specie, le località di raccolta delle Alpi Giulie. Permangono quindi alcuni dubbi sulla provenienza di questo materiale. Lo stesso Klemm (1969), non disponendo di altro materiale proveniente da quest'area, ipotizza che la sottospecie sia qui piuttosto rara in quanto probabilmente sostituita da *Julica schmidtii* (Pfeiffer, 1841), specie apparentemente simile e ampiamente diffusa anche nella zona di Raibl. Recenti ricerche nel settore nord-orientale italiano, in particolare nell'area del M. Canin, Sella Nevea, Lago del Predil e Valle del Rio Freddo, non hanno confermato la presenza di *Neostyriaca* per quest'area (Maassen, 1985, 1987; Wolf & Rähle, 1987; Boato *et al.*, 1989; ricerche personali inedite).
Infine, Alzona (1971) indica *N. corynodes* genericamente per il Trentino, Prealpi Venete, Alpi Giulie, ma nessun campione ita-

Monte Presolana, nelle Prealpi Bergamasche. Nel luglio dello stesso anno ebbe inizio l'indagine malacologica sul territorio del Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi che ha portato al ritrovamento di cospicue popolazioni nell'area dolomitica (Dalfreddo, 1998, 1999; Dalfreddo *et al.*, 2000; Decet & Fossa, 2001).

CONCLUSIONI

Il M. Coppolo e le Vette Feltrine, nelle Dolomiti Bellunesi, comprendono le stazioni italiane più importanti di *Neostyriaca corynodes*. Questo interessante clausilide presenta un'areale alpino disgiunto e in Italia è noto, con certezza, solo per poche località delle Prealpi Bergamasche e Dolomiti Bellunesi. Questa peculiare distribuzione può essere spiegata come conseguenza dell'isolamento geografico causato dalle glaciazioni del Quaternario e che in seguito si è conservato grazie alle condizioni orografiche delle stazioni, alle ristrette esigenze ecologiche e alla relativa immobi-

lità della specie. Nel corso dell'ultima glaciazione Würmiana le Dolomiti Bellunesi, infatti, parzialmente scoperte dalle coltri di ghiaccio, ricoprirono l'importante ruolo di "massiccio di rifugio" per diverse entità vegetali e animali che presentano oggi areali ristretti oppure disgiunti.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia J. Eikenboom, P. Mildner e G. Manganelli per l'invio di materiale e per le ricerche bibliografiche; W. De Mattia e F. Decet per le informazione relative alle indagini personali condotte nelle aree di studio; S. Bambi per le fotografie (Figg. 1-21); F. Stoch per la cartografia informatizzata sul reticolo UTM (Fig. 30); F. Giusti per la revisione del testo.
Ricerche finanziate, in parte, da contributi del CNR (Sistematica e Zoogeografia della Regione Paleartica), MURST 40% e 60%, e del Museo di Storia Naturale, Sezione Zoologica de "La Specola", Università di Firenze.

BIBLIOGRAFIA

ALZONA C., 1971 – Malacofauna Italica. Catalogo e bibliografia dei molluschi viventi, terrestri e d'acqua dolce. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 111: 1-433.

BOATO A., BODON M., GIOVANNELLI M. & MILDNER P., 1989 – Molluschi terrestri delle Alpi sudorientali. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia*, Bologna, 13: 429-528.

CLESSIN S., 1888 – *Die Mollusken - Fauna Oesterreich - Ungarns und der Schweiz*. Bauer e Raspe, Nürnberg, 858 pp.

DECET F. & FOSSA I., 2001 – Catalogo dei molluschi terrestri e d'acqua dolce del Bellunese. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, 51: 39-117.

DALFREDDO C., 1998 – *Molluschi terrestri e d'acqua dolce del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi*. Tesi di Laurea in Scienze Naturali, Università di Padova, a.a. 1996-1997, 109 pp.

DALFREDDO C., 1999 – Chiocciole e lumache dei nostri ambienti. *Rivista Feltrina el Campanon*, Feltre, N.S., 32 (4): 61-72.

DALFREDDO C., GIOVANNELLI M.M. & MINELLI A., 2000 – Molluschi terrestri e d'acqua dolce del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi. *Gortania, Atti del Museo Friulano di Storia Naturale*, Udine, 22: 117-200.

EHRMANN P., 1933 – Weichtiere, Mollusca. *Die Tierwelt Mitteleuropas*, Leipzig, 2: 1-264, Tavv. 1-13.

EIKENBOOM J., 1996 – Een verslag van 10 jaar landslakken verzamelen in Italie. *De Kreukel*, Amsterdam, 32: 61-106, tavv. 1-9.

FALKNER G., BANK R. A. & PROSCHWITZ T., 2001 – Clecom-Project - Check-list of the non-marine Molluscan Species-group taxa of the States of Northern, Atlantic and Central Europe. (CLECOM I). *Heldia*, München, 4 (1-2): 1-76.

GALLENSTEIN H.R., 1900 – I: Die Bivalven-und Gastropodenfauna Kärntens. II. Teil: Die Gastropoden Kärntens. I. Ordnung: Stylommatophora. *Jahrbuch des naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten*, Klagenfurt, 26: 1-169.

GRAZIADEI D., 1935 – Fauna malacologica giudicarese. Valli del Chiese e del Sarca superiore. (Quinto contributo alla malacologia del Trentino). *Studi Trentini di Scienze Naturali*, Trento, 16: 68-87.

GRAZIADEI D., 1937 – Fauna malacologica di Primiero. *Memorie Museo Tridentino di Storia Naturale*, Trento, 15: 23-42.

KERNEY M.P., CAMERON R.A.D. & JUNGBLUTH J.H., 1983 – *Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas*. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 384 pp.

KLEMM W., 1969 – Das Subgenus *Neostyriaca* A. J. Wagner 1920, besonders der Rassenkreis *Clausilia (Neostyriaca) corynodes* Held 1836. *Archiv für Molluskenkunde*, Frankfurt am Main, 99 (5/6): 285-311.

MAASSEN W. J. M., 1985 – Enkele vindplaatsen van landmollusken in noordwest-Slovenië. *De Kreukel*, Amsterdam, 21: 129-136, tav. 13, 1 carta.

MAASSEN W. J. M., 1987 – Verslag van eeen verzameltocht door noordoost-Italië. *De Kreukel*, Amsterdam, 23: 141-150, tavv. 2-3.

MANGANELLI G., BODON M., FAVILLI L. & GIUSTI F., 1995 – Gastropoda Pulmonata. In: MINELLI A., RUFFO S. & LA POSTA S. (eds). *Checklist delle specie della fauna italiana*. Bologna, Calderini, 16: 1-60.

MANGANELLI G., BODON M., FAVILLI L., CASTAGNOLO L. & GIUSTI F., 1998 – Checklist delle specie della fauna d'Italia, molluschi terrestri e d'acqua dolce. Errata ed addenda, 1. *Bollettino Malacologico*, Roma, 33 (9-12): 151-156.

MANGANELLI G., CIANFANELLI S. & TALENTI E., 2002 – Il contributo di Marianna Paulucci alla conoscenza della malacofauna Italiana. IV° Congresso della Società Italiana di Malacologia, Atti della giornata di studi su Marianna Paulucci, Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, Firenze 4 Ottobre 1998, *Lavori della Società Italiana di Malacologia*, Siena, 25: 13-30.

MARCUZZI G., 1956 – Fauna delle Dolomiti. *Memorie Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Classe di Scienze Matematiche e Naturali*, Venezia, 31: 371-410, 460-530.

MARCUZZI G., 1976 – I Molluschi. In: *La fauna delle Dolomiti*. Ed. Manfrini, Calliano (TN): 239-258.

NORDSIECK H., 1963 – Zur Anatomie und Systematik der Clausilien, I. *Archiv für Molluskenkunde*, Frankfurt am Main, 92 (3-4): 81-115.

NORDSIECK H., 1966 – Zur Anatomie und der Systematik der Clausilien. III: *Clausilia whateliana* und ihre Beziehungen zu den übrigen *Clausilia*-Arten, besonders zum Subgenus *Neostyriaca*. *Archiv für Molluskenkunde*, Frankfurt am Main, 95 (1-2): 19-47.

PAULUCCI M., 1878 – *Matériaux pour servir à l'étude de la faune malacologique terrestre et fluviatile de l'Italie et de ses îles*. F. Savy, Paris, [4], iv, 54 pp.

REISCHÜTZ P. L., 1998 – Vorschlang für deutsche Namen der Österreich nachgewiesenen Schnecken- und Muschelarten. *Nachrichtenblatt der Ersten Vorarlberger Malakologisken Gesellschaft*, Rankweil, 6: 31-44.

RIEZLER H., 1929 – Die Molluskenfauna Tirols. *Veröffentlichungen des Museum Ferdinandeum, Universität - Verlag Wagner*, Innsbruck, 9: 1-213.

SCHRÖDER R., 1910 – *Beiträge zur Conchylienkunde von Tyrol und italienischen Grenz-Gebieten*. F. Hermann, Grob-Lichterfelde, 45 pp.

THORSON G., 1931 – Zoogeographische und ökologische Studien über die Landschnecken in den Dolomiten. *Zoologische Jahrbücher, Abtheilung für*

Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, Jena, 60: 85-238.

Turner H., Kuiper J.G.J., Thew N., Bernasconi R., Rüetschi J., Wüthrich M. & Gosteli M., 1998 – Atlas der Mollusken der Schweiz und Liechtensteins. *Fauna Helvetica*, Neuchâtel, 2: 1-527.

Venmans L.A.W.C., 1954 – Land and freshwater mollusks from the Dolomites. *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, Venezia, 112: 59-96.

Westerlund C.A., 1878 – *Monographia Clausiliarum in Regione palaeoarctica viventium*. Lundae, 184 pp.

Wolf M. & Rähle W., 1987 – Ergebnisse einer Molluskenexkursion in die westlichen Julischen Alpen. *Mitteilungen der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft*, Frankfurt am Main, 41: 31-41.

Lavoro accettato il 7 aprile 2003

Bollettino Malacologico, Roma, **39** (9-12): 157-160, [2003] 2004 - Società Italiana di Malacologia

Records of *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Caenogastropoda, Cerithiidae) from Northwestern Sicily.

Vittorio Garilli & Tancredi Caruso

KEYWORDS: *Cerithium scabridum*, Gastropoda, Lessepsian migration, NW Sicily, Mediterranean.

ABSTRACT *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 is recorded for the first time from Northwestern Sicily in San Vito Lo Capo (Trapani), Mondello and Capo Gallo (Palermo). The distribution of this Lessepsian species along the Mediterranean coast is interpreted from data in the literature. Variation of larval shell sculpture occurs based on comparison between the protoconch as illustrated by HOUBRICK (1992) and a specimen collected in San Vito Lo Capo.

RIASSUNTO *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 è una specie lessepsiana che presenta una conchiglia di colore marroncino-biancastro con cordoni spirali tubercolati, caratterizzati da un'alternanza di screziature bianche e marrone scuro, e varici presenti soprattutto sui primi giri di teleoconca. Originariamente distribuita dal Mar Rosso alle coste orientali ed occidentali dell'India, tale specie è stata segnalata nel Mediterraneo orientale dagli inizi del '900 e, per le coste italiane della Sicilia orientale e nord orientale tra la fine degli anni '70 e l'inizio degli anni '80. In questa nota, la distribuzione della specie viene estesa alle coste nord occidentali dell'isola. I primi ritrovamenti risalgono al 1999 e sono avvenuti a San Vito Lo Capo, nella provincia di Trapani. Successivamente (fino al 2002) sono stati ritrovati altri esemplari nei pressi di Palermo, nelle località di Mondello e Capo Gallo. A San Vito Lo Capo e a Mondello sono stati ritrovati complessivamente 17 esemplari vivi; il restante materiale è costituito da conchiglie vuote o abitate da paguri. L'ottimo stato di preservazione delle conchiglie ritrovate a Capo Gallo suggerisce che, anche in questa località, vi risieda una popolazione vivente. Sulla base dei dati di letteratura proponiamo un doppio meccanismo di dispersione ("island-jumping" lungo le coste del Mediterraneo orientale e "shipping" dal Mediterraneo orientale a quello occidentale) analogo a quello descritto per altre specie lessepsiane di molluschi come ad esempio *Brachidontes pharaonis* (P. Fischer, 1870). Inoltre, le osservazioni compiute sulle abbondanze degli individui nelle popolazioni della Sicilia nord occidentale indicano come la colonizzazione non sia avvenuta con successo e possa essere interpretata come incipiente. Sulla base di un confronto effettato tra la protoconca descritta da HOUBRICK (1992) (protoconca II liscia) e quella di un esemplare raccolto a San Vito Lo Capo (protoconca I liscia, costituita da circa 0.7 giri; protoconca II sculturata, costituita da circa 1.25 giri che recano 4-5 esili cordoncini spirali, micro tubercoli e pliche subsuturali), si suppone la presenza di una ampia variabilità relativa all'ornamentazione della conchiglia larvale.

V GARILLI - Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università degli Studi di Palermo, Corso Tuköry 131, I-90134 Palermo.
E-mail: nenti@tiscalinet.it
T. CARUSO - Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Siena, Via Mattioli 4, I-53100 Siena.

INTRODUCTION

Cerithium scabridum Philippi, 1848 was initially reported from the Red Sea, the Persian Gulf, and the West and East coasts of India (HOUBRICK, 1992). KELLER (1883) reported this species for the first time from the Mediterranean Sea near Port Said, Egypt. Successively *C. scabridum* was reported from additional localities, in Egypt and Syria (PALLARY, 1913, 1938), Israel (BARASH & DANIN, 1977), East and Northeast Sicily (PIANI, 1979; DI NATALE, 1982), Naples (MIENIS, 1985), Lebanon (BOGI & KHARALLAH, 1987), Southern Turkey (ENGL, 1995), Cyprus and Tunisia, Djerba (Ciesm.org, 2000) (see Fig. 1).

C. scabridum is easily distinguished from the other congeneric species by the contrasted color pattern of white and dark brown mottles on the cords and the general brown-whitish color of the shell. The height of the shell ranges between 12 and 20 mm and strong knobs with some varixes (mainly on the early teleoconch) characterize the sculpture.

In the Mediterranean Sea *C. scabridum* usually lives in shallow waters both on soft and hard substrata and in some cases associated with *Cymodo-*

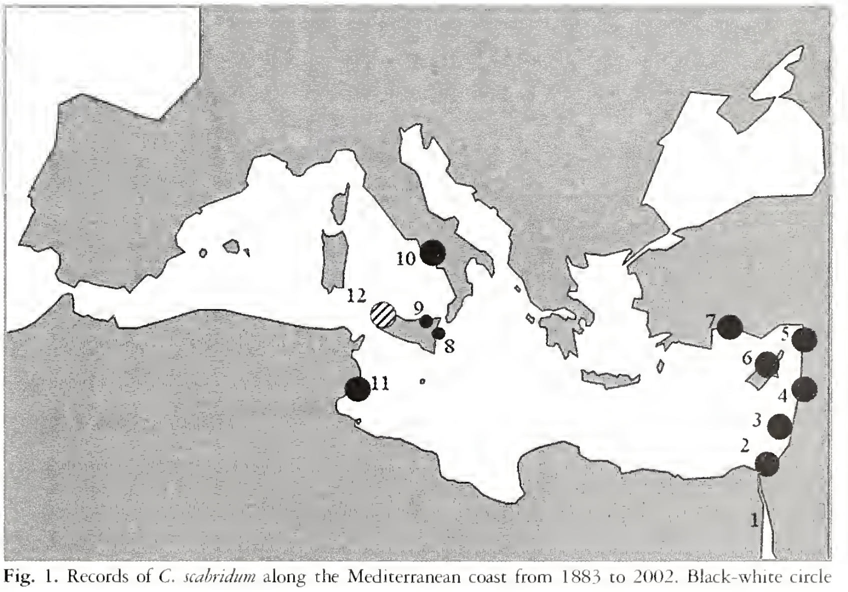


Fig. 1. Records of *C. scabridum* along the Mediterranean coast from 1883 to 2002. Black-white circle indicates the new record in Northwestern Sicily. 1=Red Sea; 2=Egypt; 3=Israel; 4=Lebanon; 5=Syria; 6=Cyprus; 7=South Turkey; 8=Capo Passero, Augusta, Vendicari; 9=Milazzo; 10=Naples; 11=Djerba, Tunisia; 12=San Vito Lo Capo, Capo Gallo, Mondello.

Fig. 1. Ritrovamenti di *C. scabridum* lungo le coste del Mediterraneo dal 1883 al 2002. Il cerchietto bianco e nero indica il nuovo ritrovamento, avvenuto nella Sicilia nord-occidentale. 1=Mar Rosso; 2=Egitto; 3=Israele; 4=Libano; 5=Siria; 6=Cipro; 7=Turchia meridionale; 8=Capo Passero, Augusta, Vendicari; 9=Milazzo; 10=Napoli; 11=Jerba, Tunisia; 12=San Vito Lo Capo, Capo Gallo, Mondello.

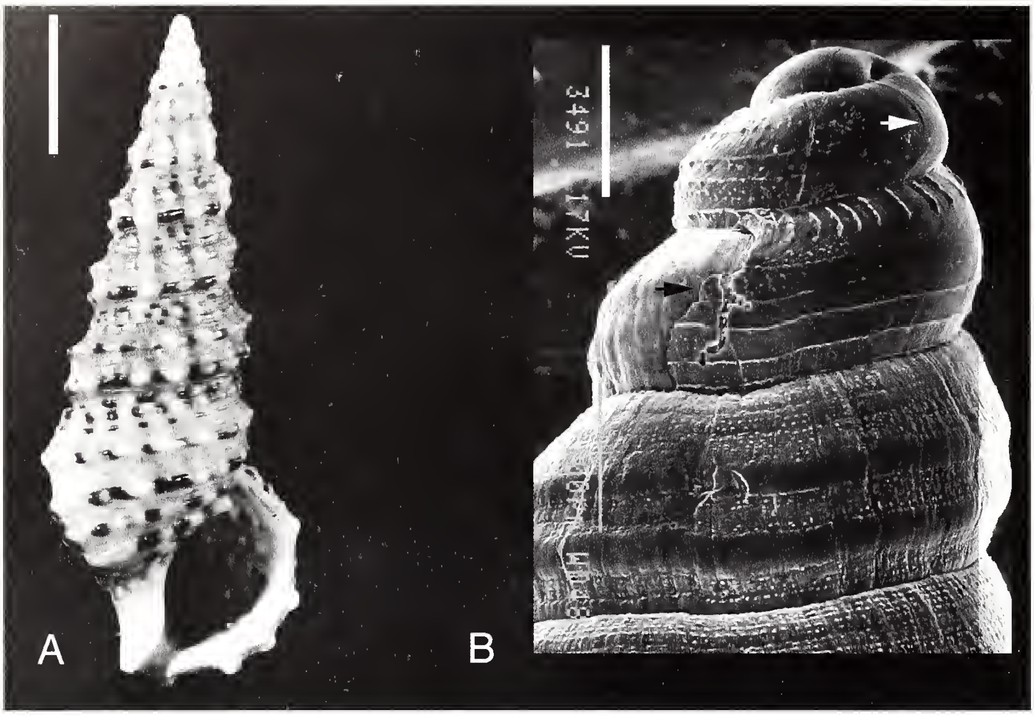


Fig. 2. *Cerithium scabridum* from Northwestern Sicily. A, shell collected at Capo Gallo (Palermo), h=16 mm. The typical sculpture with contrasted color pattern of white and dark mottles on the spiral cord is shown. B, S.E.M. photograph of protoconch from San Vito Lo Capo (Trapani); white and black arrows indicate respectively the protoconch I/protoconch II and protoconch II/teleoconch demarcations; note the smooth protoconch I and the sculptured protoconch II with 4-5 spiral cords having micro-tubercles between themselves, subsutural plicae are also evident. Scale bars: 3.5 mm in A and 100 µm in B.

Fig. 2. *Cerithium scabridum* dalla Sicilia nord-occidentale. A, conchiglia rinvenuta a Capo Gallo (Palermo), h=16 mm. E' evidente la tipica ornamentazione, data da cordoni spirali con alternanza di screziature bianche e marrone scuro. B, fotografia al S.E.M. della protoconca di un esemplare proveniente da San Vito Lo Capo (Trapani); le frecce bianche e nere indicano, rispettivamente, il confine protoconca I/protoconca II e quello protoconca II/teloconca; notare la protoconca I liscia e l'ornamentazione della protoconca II, costituita da pliche subsuturali e da 4-5 cordoncini spirali a cui sono interposti dei microtubercoli. Scala di riferimento: 3,5 mm in A e 100 µm in B.

cea nodosa (Ucria) Aschetson, 1867 and *Zostera nana* Roth, 1792 (Di Natale, 1982). In many localities *C. scabridum* constitutes large and stable populations (Barash & Danin, 1973; Ghisotti, 1974; Lavie & Nevo, 1986). We record *C. scabridum* here for the first time from Northwest Sicily and we explain the distribution pattern by means of the available data in the literature.

EXAMINED MATERIAL

The first record of *Cerithium scabridum* from Northwest Sicily occurred in the spring 1999, in the small harbour of San Vito Lo Capo (Trapani) where 16 specimens (11 living) were collected. Between 1999 and 2002, several specimens were also collected near Palermo, at Mondello and at Capo Gallo (Table I). At the Mondello location six living individuals were collected, in addition to 40 shells inhabited by hermit crabs. On the other hand at the Capo Gallo location several fresh shells inhabited by hermit crabs were collected between 2000 and 2002 but no living specimens were found.

RESULTS AND DISCUSSION

Dimensions, morphology and color of collected specimens were in agreement with the description of typical *C. scabridum* by Houbrick (1992) (Fig. 2A). Only the analysis of the shell apex revealed some differences in larval shell sculpture compared to Houbrick' s description (1992, p. 174, fig. D). One of the specimens collected in San Vito Lo Capo showed a smooth protoconch I consisting of about 0.7 whorl (according to the method as described by Verduin, 1977) and a sculptured protoconch II consisting of about 1.25 whorls bearing 4-5 very fine spiral threads, irregular microscopic dots and subsutural plicae (Fig. 2B).

The presence of *C. scabridum* in Sicily and in Southeastern Tunisia is likely due to shipping from the Eastern Mediterranean. This dispersal mechanism from Eastern to Western Mediterranean is well documented for other species that, like *C. scabridum*, are good colonizers (Chemello & Oliverio, 1995; Gianguzza *et al.*, 1998). In fact *C. scabridum* has an r-selected reproductive strategy with a planktotrophic, long-lived larval stage (45-60 days) and a wide niche (Ayal, 1978; Ayal & Safriel 1977; 1982; Lavie & Nevo, 1986). Houbrick (1992) is

Site	Total number of shells	Living specimens	Collection year
San Vito Lo Capo, Trapani, Garilli Coll.	16	11	1999
Mondello, Palermo, Garilli Coll.	46	6	1999-2002
Capo Gallo, Palermo, Caruso Coll.	30	-	2000-2002

Table I. Collection sites and years for the three localities where *C. scabridum* was found in Northwestern Sicily.

Tabella I. Località e cronologia dei rinvenimenti e relativo numero dei esemplari di *C. scabridum* nella Sicilia nordoccidentale.

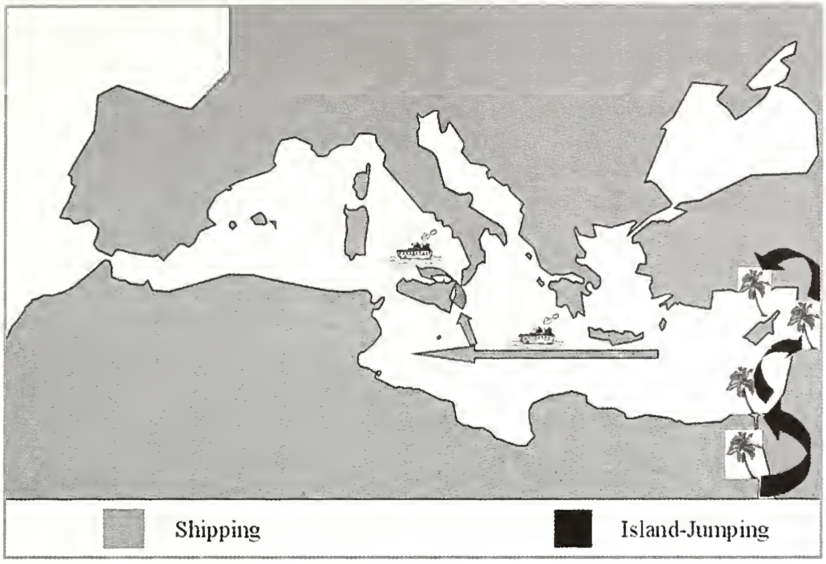


Fig. 3. Interpretation of the mechanism of dispersion by means of data available in the literature for *C. scabridum* and other Lessepsian molluscan species. Grey arrows indicate shipping, black arrows indicate island-jumping.

Fig. 3. Interpretazione del possibile meccanismo di dispersione di *C. scabridum* alla luce delle informazioni disponibili in letteratura per questa ed altre specie di molluschi lessepsiani. Le frecce grigie indicano il trasporto delle larve tramite l'acqua di zavorra delle navi ("shipping"), quelle nere indicano la dispersione progressiva delle larve che colonizzano nuove aree passo passo ("island jumping").

in doubt about the length of the larval period because of the smoothness of protoconch II. Our discovery of a specimen bearing clear ornamentation of protoconch II suggests a wide variability of larval shell sculpture and therefore the need of more accurate analysis of this character in correlation with the length of the larval stage.

Distribution along the Eastern Mediterranean coast can be due to an "island-jumping" mechanism (Chemello & Oliverio, 1995). *C. scabridum* from the Egyptian coast colonized Syria and successively Lebanon, Israel and South Turkey with a pattern known for other molluscan species (Chemello & Oliverio, 1995; Gianguzza *et al.*, 1998). Consequently a double dispersal mechanism can be invoked to explain the distribution pattern of *C. scabridum* (Fig. 3). A similar distribution pattern was already described for other molluscs, like *Brachidontes pharaonis* (P. Fischer, 1870) (Gianguzza *et al.*, 1998).

In Sicily *C. scabridum* was reported only from the Eastern (Piani, 1979) and, in 1972, for the Northeastern coast at Capo Milazzo (Di Natale, 1982). We report it for the first time in the Northwestern coast of Sicily. Living specimens were recorded in San Vito Lo Capo and in Mondello. In Capo Gallo only shells inhabited by hermit crabs were collected, but the high frequency of shells in a good state of conservation strongly suggests the presence of a living population in this locality.

With the available data it is not possible to determine the exact direction and mechanism of dispersion used by *C. scabridum* to colonize Northwestern Sicily. The analogous distribution pattern of *Cerithium scabridum* and *Brachidontes pharaonis*, a colonizing Red Sea bivalve species with a similar reproductive strategy, shows that the colonization may proceed from the Northeastern to the North and the Northwestern Sicilian coast and shipping may play an important role in the mechanism of dispersion. Moreover our initial observations during the last four years on the abundance of living individuals suggest that the populations of Northwestern Sicily are not yet stable. No data are available concerning the stability of the Northeastern population. In conclusion, in the coming years qualitative and quantitative monitoring of the population dynamics of this cerithid species is needed to determine the degree of colonization that at the moment can be defined as incipient.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Folco Giusti and Giuseppe Manganelli (Università di Siena, Dipartimento di Scienze Ambientali) for help in providing the photo in Figure 2A. We are also grateful to Alberto Cecalupo (Milano), Renato Chemello (Università di Palermo, Dipartimento di Biologia Animale), Riccardo Giannuzzi-Savelli and Francesco Pusateri (Palermo) for bibliographic help.

The contribution of one of us (V.G.) was partially carried out in the Muséum d'Histoire Naturelle (MNHN), Paris thanks to funds of the European Community (Contract n. ENV4-CT98-5125).

The SEM photograph of the protoconch (Fig. 2B) was made available thanks to Marie Catherine Boisselier-Dubayle, Département Systématique et évolution, MNHN.

We are also grateful to Paola Oliveri, Jonathan P. Rast (California Institute of Technology, Pasadena) and to the referee Henk K. Mienis (The Hebrew University of Jerusalem) for the helpful comments on the manuscript.

REFERENCES

Ayal Y., 1978. *Geographical Distribution Ecological Niche and the Strategy of Reproduction of the Colonizer* Cerithium scabridum *Phil. (Gast: Cerithiidae) as Compared with Those of Some Other Sympatric Non-Colonizing Congeneric Species.* Doctoral dissertation, Hebrew University of Jerusalem.

Ayal Y. & Safriel U.N., 1977. Parameters of Population Growth of *Cerithium* (Mollusca: Gastropoda) Species in a Colonizing System. *Israel Journal of Zoology*, Jerusalem, 26: 257-258.

Ayal Y. & Safriel U.N., 1982. r-Curves and the cost of the planktonic stage. *The American Naturalist*, Chicago, 119 (3): 391-401.

Barash A. & Danin Z., 1973. The Indo-Pacific species of Mollusca in the Mediterranean and notes on a collection from the Suez canal. *Israel Journal of Zoology*, Jerusalem, 21 (3-4): 301-374.

Barash A. & Danin Z., 1977. Additions to the knowledge of Indo-Pacific Mollusca in the Mediterranean. *Conchiglie*, Milano, 13 (5-6): 85-116.

Bogi C. & Kharallah N.H., 1987. Nota su alcuni molluschi di provenienza indo-pacifica raccolti nella baia di Jounieh (Libano). *Notizie CISMA*, 10: 54-60.

Chemello R. & Oliviero M., 1995. Lessepsian migrations: a theoretical "island-

jumping" model. *Biologia marina mediterranea*, Genova, 3 (1): 444-446.

CIESM. ORG, 2000. *Illustrated atlas of the exotic species in the Mediterranean Sea covering Fishes, Molluscs and Crustaceans.* Http://www.Ciesm.org/atlas/index.html.

DI NATALE A., 1982. Extra-Mediterranean Species of Mollusca along the Southern Italian Coasts. *Malacologia*, Messina, 22 (1-2): 571-580.

ENGL W., 1995. Specie prevalentemente lessepsiane attestate lungo le coste turche. *Bollettino Malacologico*, Roma, 31 (1-4): 43-50.

GHISOTTI F., 1974. Recente penetrazione in Mediterraneo di molluschi marini di provenienza indo-pacifica. *Quaderni della Civica Stazione Idrobiologica di Milano*, Milano, 5: 7-22.

GIANGUZZA P., CHEMELLO R. & RIGGIO S., 1988. Segnalazione di *Brachidontes pharaonis* (P. Fischer, 1870) (Bivalvia, Mytilidae) nella salina di Marsala e considerazioni sulla distribuzione della specie in Mediterraneo. *Bollettino Malacologico*, Roma, 33 (9-12):169-172.

HOUBRICK R.S., 1992. Monograph of the genus *Cerithium* Bruguiére in the Indo-Pacific (Cerithiidae: Prosobranchia). *Smithsonian contribution to Zoology*, Washington, 510: 1-211.

KELLER C., 1883. Die Fauna im Suez Kanal und die Diffusion der mediterranen und erythraischen Thierwelt. Eine thiergeographische Untersuchung. *Neue Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft fur die gesammten Naturwissenschaften*, Basel, 28 (3): 1-39.

LAVIE B. & NEVO E., 1986. Genetic diversity of marine Gastropods: contrasting strategies of *Cerithium rupestre* and *C. scabridum* in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress series*, Haifa, 28: 99-103.

MIENIS H.K., 1985. An old record of *Cerithium scabridum* from the Gulf of Naples?. *Levantina: Journal of Malacology*, Kfar Saba, 55: 626.

PALLARY P., 1913. Catalogue des mollusque du littoral Méditerranéen de l'Egypte. *Mémoires de l'Institut d'egypt*, Le Caire, 7: 69-205.

PALLARY P., 1938. Les Mollusque marins de la Syrie. *Journal de Conchyliologie*, Paris, 82: 5-57

PIANI P., 1979. Segnalazione per le acque italiane di *Cerithium scabridum* (Philippi, 1849) (Gastropoda, Cerithiacea). *Bollettino Malacologico*, Roma, 15 (5-6): 157-158.

VERDUIN A., 1977. On a remarkable dimorphism of the apices in many groups of sympatric, closely related marine gastropod species. *Basteria*, Leiden, 41: 91-95.

Lavoro accettato il 10 gennaio 2003

Recent progresses in muricid shell studies: challenge and future works

Didier Merle & Roland Houart

KEYWORDS: Muricidae, homology, shell, comparative morphology, phylogeny, evolution, systematics history.

MOTS-CLES: Muricidae, homologie, coquille, morphologie comparée, phylogénie, évolution, histoire de la systématique.

ABSTRACT Numerous muricid shells have been described but unfortunately, the descriptions are often unsufficiently accurate to clearly characterize their diversity. This kind of imprecision is added to the morphological variation and increases the difficulty to classify them correctly. The traditional descriptive method has been reconsidered in the nineties and methodological progresses of comparative morphology were realized to perform muricid shell descriptions. They particularly concern the study of sculptural characters, for which structural homologies have been identified. After a historical analysis of the descriptive method from the 18th century until now, the interest of these progresses for phylogenetic and evolutionary approaches of the family is discussed. In this way, ontogenetic heterochronies in primitive muricids from the Lower Palaeogene (*Poirieria* and *Paziella*) and cladograms using shell characters are presented. The results using a performed descriptive method are promising, but still remain scarce. Perspectives for new works are given as an attempt to increase the relevance of these first results, while the references to the 80 studied or described species thanks the new descriptive method is listed.

RIASSUNTO Una delle principali caratteristiche dei Muricidae è la presenza di un'elevata diversità morfologica nella scultura della conchiglia, acquisita nel corso della radiazione adattativa del gruppo, dal Campaniano-Maastrictiano fino ad oggi. Questa diversità è particolarmente evidente nelle corde spirali, che possono variare in numero, ordine di apparizione, distribuzione lungo la conchiglia, morfologia e tipo di proiezione (spine, noduli, etc.), offrendo un carattere importante ai fini della comprensione dell'evoluzione di tutta la famiglia. Sfortunatamente, nel passato, molte specie non sono state descritte con sufficiente precisione ai fini di una chiara caratterizzazione della diversità morfologica del gruppo, introducendo così una notevole confusione. Questo tipo di imprecisioni, unitamente alla straordinaria variazione morfologica dell'ornamentazione, rende ancora oggi molto arduo il compito di delineare una corretta classificazione dei Muricidae. Tuttavia, a partire dagli anni novanta, grazie al fiorire degli studi di morfologia comparativa, sono state riconosciute nella scultura delle conchiglie dei muricidi alcune omologie strutturali; con questo tipo di informazione, unitamente ai classici metodi descrittivi tradizionali, è oggi possibile formulare nuove ipotesi di lavoro attingendo quindi da entrambi i campi. Nel presente contributo viene presentata una summa delle conoscenze morfologico descrittive relative al gruppo, a partire dal XVIII secolo fino ad oggi, ed i cladogrammi più recenti ottenuti dallo studio di caratteri morfologici, anatomici o molecolari vengono commentati. Inoltre, è applicato un nuovo metodo descrittivo di classificazione dell'ornamentazione basato su due stadi di analisi dei cordoni spirali: dapprima si stabilisce la corrispondenza ontogenetica degli stessi e, solo successivamente, la loro corrispondenza topologica. Con questo nuovo metodo, grazie alla standardizzazione della terminologia da usarsi per definire strutture omologhe, è possibile sia una descrizione oggettiva dell'ornamentazione longitudinale, sia la comparazione di questo tipo di scultura tra specie diverse. Il nuovo metodo è stato applicato a circa 80 specie di Muricidae sia viventi che fossili, riguardo alle quali vengono riportati i riferimenti bibliografici. Riguardo ad alcuni muricidi primitivi appartenenti ai generi *Poirieria* e *Paziella*, vengono anche illustrate e discusse alcune eterocronie ontogenetiche. I risultati ottenuti con il nuovo metodo descrittivo appaiono, nel complesso, molto promettenti anche perché consentono un'integrazione del dato paleontologico con quello zoologico; tuttavia, appare chiaro come molte più specie debbano essere prese in considerazione e molto altro lavoro resti ancora da fare prima di poter dare enfasi a questo tipo di approccio.

D. Merle. Unité de Paléontologie, Département Histoire de la Terre, Muséum national d'Histoire naturelle, UMR8569 – 8 rue Buffon – 75005 Paris, E-mail dimerle@aol.com
R. Houart. Research Associate – Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique – Rue Vautier 29 - 1000 Bruxelles, E-mail roland.houart@skynet.be

INTRODUCTION

One morphological characteristic of the muricid radiation (Campanian-Maastrichtian to Recent) is the high sculptural diversity, probably the highest in the Gastropoda, which illustrates its evolutionary importance for the family. This diversity is particularly expressed in the spiral cords and is easily recognizable through a variation of their number, order of appearance, distribution along the shell, morphology, and types of axial projection (spines, nodules). In comparative morphology, the muricid spiral sculpture corresponds to a serial homology, and following the definitions of Grandjean (1943) and Bouligand (1989), it may be placed between a « cosmiotaxic » group and an « orthotaxic » group, because the number of the cords is variable but limited. Nevertheless, the descriptive method was only able to count the number and the morphology of these cords, but did not consider which cord (s) change (s) from a species to another one. Therefore, the evolutionary modifications of the spiral sculpture remain unstudied and are still poorly known, the concept of homology in this character complex being very narrow. After a historical review of the method used to describe muricid shells, several recent results integrating the concept of homology will be discussed to delineate future challenges and perspectives.

ABBREVIATIONS

Descriptive text-conventions (Merle, 2001): P: primary cords (= cords appearing in first order); IP: infrasutural primary cord; P1: shoulder cord; P2 to P6: primary cords of the convex part of the whorl; ADP: adapertural primary cord on the siphonal

canal; MP: median primary cord on the siphonal canal; ABP: abapertural primary cord on the siphonal canal; s: secondary cords (= cords appearing in second order).

Repository: IRSNB: Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles; MCZ: Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, USA; RMNH: Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden.

I - The decrease of the shell interest in the muricid classification

The muricids have long been appreciated by Venus for her hair's beautifulness, by the Romans and other people for the purple dye, by the collectors for their attractive shells, and together with the cowries, cones, volutes and olivids are one the most emblematic family of the gastropods. No surprise, the muricid taxonomy starts with Linné who described the first taxa including many species, now attributed to various other families. Presently, about 2500 fossil and Recent species are recorded, showing the high diversity of the family. For a long time, the shell only was commonly used to distinguish the different muricid taxa. This practice prevailed without clear reservations, until the seventies when Radwin & D'attilio (1971), in a malacological congress, demonstrated that the members of the new subfamily Muricopsinae Radwin & D'Attilio, 1971 (e.g. *Muricopsis*, *Murexsul* and *Favartia*), whose shell morphology resembles the several Muricinae (eg. *Hexaplex*), anatomically differ from them by their radular characters. In the same congress, Vokes (1971), the leading specialist of fossil muricids, presented a palaeontological hypothesis about the lineages studied by Radwin & D'Attilio. She was amazed by the divergence of the conclusions using shell *versus* radula, but she accepted that anatomical results may be more pertinent at subfamilial level. Consequently, the radula soon became the most widely used character complex to distinguish subfamilies among the muricids (Kuroda & Habe, 1971; Radwin & D'Attilio, 1978; Fujioka, 1985; Kool, 1987; Houart, 1994a, b, 1995; Bouchet & Houart, 1994, 1996).

Although the radula, in numerous cases, allows to correctly classifying muricids in the ten recognized subfamilies, the evolution did not generate nine sufficiently different radula morphologies to always clearly discriminate them. Moreover, several highly derived radulae [e.g. *Drupina* (Rapaninae) and *Typhisopsis* (Typhinae)] or a total loss of radula (e.g. Coralliophilinae) cannot be referred to a particular subfamily without considering shell morphology as well. Therefore in many works, the shell was used in association with the radula in order to distinguish muricids subfamilies. Nevertheless, Kool (1993b), studying the rapanine phylogeny, strongly criticised this practice and considered that the shell is *"the root of the taxonomic discord"*. It is true that before Kool, the previous classifications of the Rapaninae, using mainly the shells, radula and operculum, comprise polyphyletic or paraphyletic assemblages. In addition, the Rapaninae have been excluded of the muricid family in several semi-popular works (Radwin & D'Attilio, 1976; Fair, 1976). Following Kool, numerous shell variations and morphological convergences are the source of taxonomic mistakes and generate a loss of resolution of the phylogenetic trees. Consequently, anatomical characters should be regarded as the most fruitful way for phylogenetic investigations and for an accurate muricid classification. Although the Kool's conception should not be neglected, it causes a real syndrome for a holistic approach of the muricid radiation, because it clearly excludes the fossils. In other words, about 80 millions years of biological evolution and more than 1000 species would be overlooked! The Kool's conception is derived from the cladistic (or hennigian) revolution, but a historical analysis demonstrates that the muricid shell descriptions were not adapted to this revolution, the concept of homology being too narrow.

II - Historical outline of the muricid shell descriptions until 1990

As consequence of the stratigraphic range of the muricid radiation, their shells have been described by both palaeontologists and zoologists. The aim of these works was mainly the identification of the taxa at different hierarchic levels and the external shells were systematically described, yet more or less accurately. However, a close analysis of the publications demonstrates that there is no major difference between the muricid teleoconch descriptions of the 19th century and these of the end of the 20th century. For example, the descriptions of the Eocene teleoconch muricids from Gan (Merle 1990) are not really more precise, than those of Deshayes (1835, 1865) for the Eocene muricids from the Paris basin. Regarding the homology, only the shoulder cord (P1) has been usually clearly identified by the authors, because it is widespread and often well marked on the shells. The papers by Vignon (1931a, b) need to be mentioned here, because they demonstrate that two types of labral spines may be distinguished, the cord spines and groove spines. Nevertheless, these characters are too restricted to be useful for the entire family.

During the 20th century, three descriptive progresses have been developed. The most widely used in the description results from ontogenetic studies, and give much weight to the fact that the protoconchs may allow identifications at specific level for many marine gastropods, including the muricids (Houart, 1989). The interest for the protoconch comes from the presence of two types of larval development (planktotrophic and lecithotrophic), which indicate different species, when even their teleoconch characters look similar. In addition, observations of the protoconchs are easy on preserved specimens, and need no expensive technology. However, if the protoconch may be very useful at specific level, it also represents a phylogenetic pitfall, because it is highly homoplastic (Bouchet, 1983, 1987). Effectly, the acquisition of a lecithotrophic protoconch from an ancestor having planktotrophic protoconch is often observed in different lineages of the family.

The second method, less used in the descriptions, is the analysis of the microstructure. The muricid microstructure is mainly composed of aragonitic layers, but in several groups (Rapaninae, Ocenebrinae and Trophoninae) an external calcitic layer may occur. Petitjean (1965) extensively studied the microstructure of fossil and recent species, and Kool (1993b) pointed out its interest in his phylogenetic study of the Rapaninae.

The third descriptive progress concerns the superficial microstructure generating a peculiar microsculpture, termed as

intritacalx. This method has been developed by D'ATTILIO & RADWIN (1971), who demonstrated the interest of the intritacalx for identifications at the specific level in different muricids, such as the Typhinae and the Muricinae (eg. *Aspella*).

Finally, except for the considetation of the protoconchs, the microstructure and the intritacalx, the method of shell description remained unchanged and the concept of homology only made a few incursions in the study of the sculptural elements until the end of the 20th.

III - The rise of the concept of homology in the muricid shell descriptions

Curiously, the first introduction of the concept of homology in the descriptions of the muricid spiral sculpture did not come from the cladistic revolution or from evolutionaty studies. In fact, it came from identification problems. HYLLEBERG & NATHEEWHATANA (1992) first pointed out these problems and wrote that many descriptions cannot allow a correct determination of taxa (species). When studying the Recent *Chicoreus ramosus* (Linnaeus, 1758), they gave a closer description, attempting to homologise each cord spine by using the topological correspondence of the spiral alignments. This way was also used by DE VRIES (1997) in a study of American fossil and Recent species of the genus *Chorus*, for which each cord of several species has been depicted. The topological correspondence of the cords has also been used by VERMEIJ (1995). Following the cladistic work by KOOL (1993b) on the Rapaninae, Vermeij discussed the subfamilial position of the fossil genus *Ecphora*, identified the subsutural cord (SP) and demonstrated that it is widespread in the Rapaninae, while it is absent in the Ocenebrinae.

Nevertheless, if the search for the topological correspondence is an accurate approach to identifying characters among the spiral sculpture, which is already used for several holostomatous gastropod families [Calliostomidae (Marshall, 1995), Mathildidae (Bieler, 1995), Architectonicidae (Bieler, 1988) and Turritellidae (Allmon, 1994)], it is not sufficient for two reasons. Firstly, the appearance of the muricid cords is organized in different sequences. Secondly, the intensity (the relief) of the development of the cords may change during shell growth. Therefore,

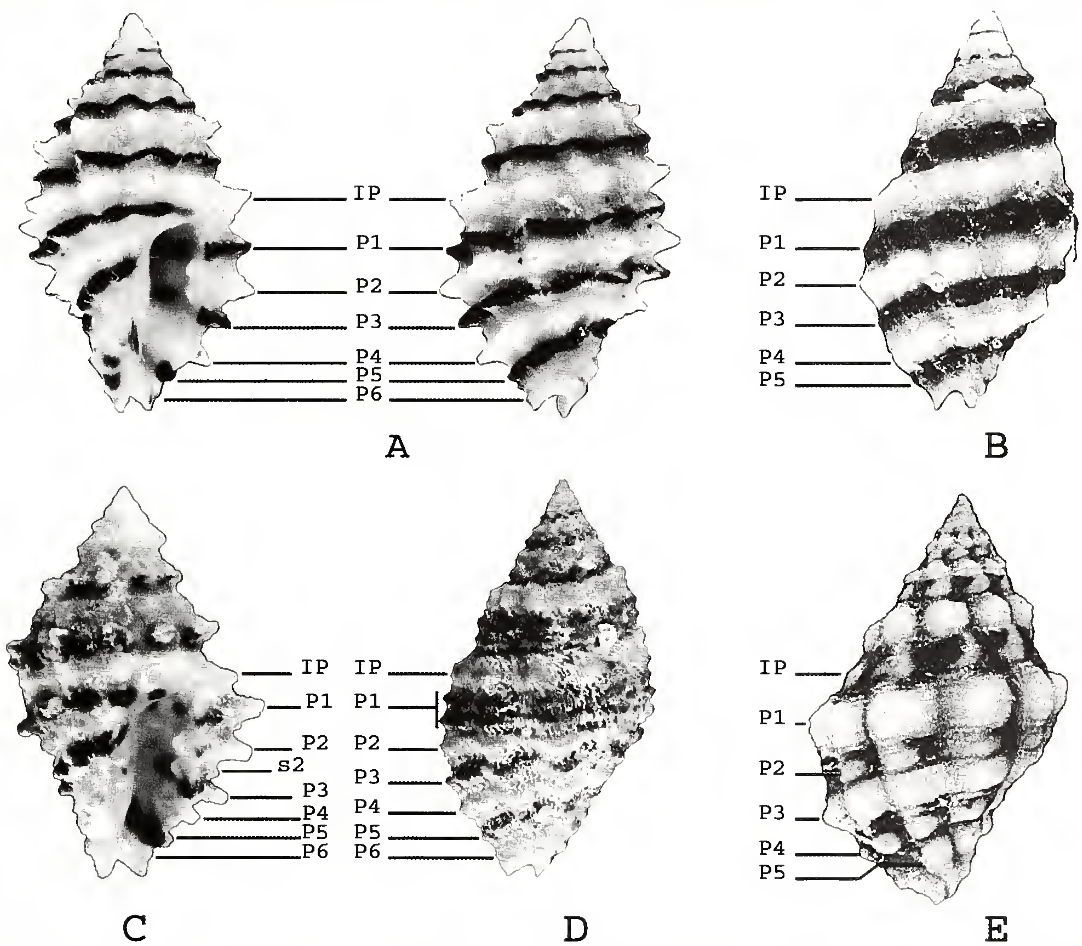


Fig. 1: A: *Morula albanigra* Houart, 2002, Guam lagoon, holotype IRSNB IG29532, H: 7.5 mm (ventral and dorsal views); B: *M. nodicostata* (Pease, 1868), French Polynesia, Tahiti, R. Houart coll., H: 6.4 mm (dorsal view); C: *M. cernohorskyi* (Houart & Tröndle, 1997), Tuamotu Archipelago, Mururoa atoll, paratype R. Houart coll., H: 5.8 mm (ventral view); D: *Morula parva* (Reeve, 1846), Indonesia, Ambon, S.E. side of Pombo Island, RMNH, H.: 8.5 mm (dorsal view). Note that the P1 cord is split; E: *M. variabilis* (Pease, 1868), French Polynesia, Paumotus (Tuamotu), lectotype MCZ 260618, H: 6.9 mm (dorsal view).

Fig. 1: A: *Morula albanigra* Houart, 2002, laguna di Guam, olotipo IRSNB IG29532, H: 7.5 mm (vista ventrale e dorsale); B: *M. nodicostata* (Pease, 1868), Polinesia Francese, Tahiti, coll. R. Houart, H: 6.4 mm (vista dorsale); C: *M. cernohorskyi* (Houart & Tröndle, 1997), Arcipelago delle Tuamotu, atollo di Mururoa, paratipo, coll. R. Houart, H: 5.8 mm (vista ventrale); D: *Morula parva* (Reeve, 1846), Indonesia, Ambon, lato SE dell'Isola di Pombo, RMNH, H.: 8.5 mm (vista dorsale). Notare la divisione della corda P1; E: *M. variabilis* (Pease, 1868), Polinesia Francese, Paumotus (Tuamotu), lectotipo MCZ 260618, H: 6.9 mm (vista dorsale).

the possibilities of mistakes in the identification of the cords greatly increase without reference to ontogeny. This has been documented in several articles (Merle, 1999, 2001; Merle *et al.* 2001), stressing that muricid primary cords (cords of the first sequence of appearance) may have a small relief, similar to that of the secondary cords, in the end of the growth and, conversely, that secondary cords may have a strong relief, similar to that of the primary cords. Finally, the adopted methodology to identify more accurately spiral cords and thus their structural homologies, was a combined research of their ontogenetic and their topological correspondences. It consists of detecting the ontogenetic correspondence in a first step of the analysis, and the topological correspondence in a second step. Then, a standard terminology of the structural homologies has been established for each major sequence of appearance (primary and secondary cords), using the maximum number of topological positions retrieved in the youngest most ornamented muricids (Merle, 1999, 2001).

The authors (Houart and Merle) have changed their descriptive habits since 1999, as they became convinced that researches of structural homologies through the spiral sculpture was one of the necessities of comparative morphology for a better evaluation of the muricid radiation (evolutionary and phylogenetic aspects). In particular, they used the standard terminology and, for a clear presentation of the characters, the identified homologies have been shown in figures. This new presentation is made with respects to the observations of Hylleberg & Natheewhatana (1992), who stressed that it was often impossible to recognize the characters in the descriptions and also because, in comparative morphology, each

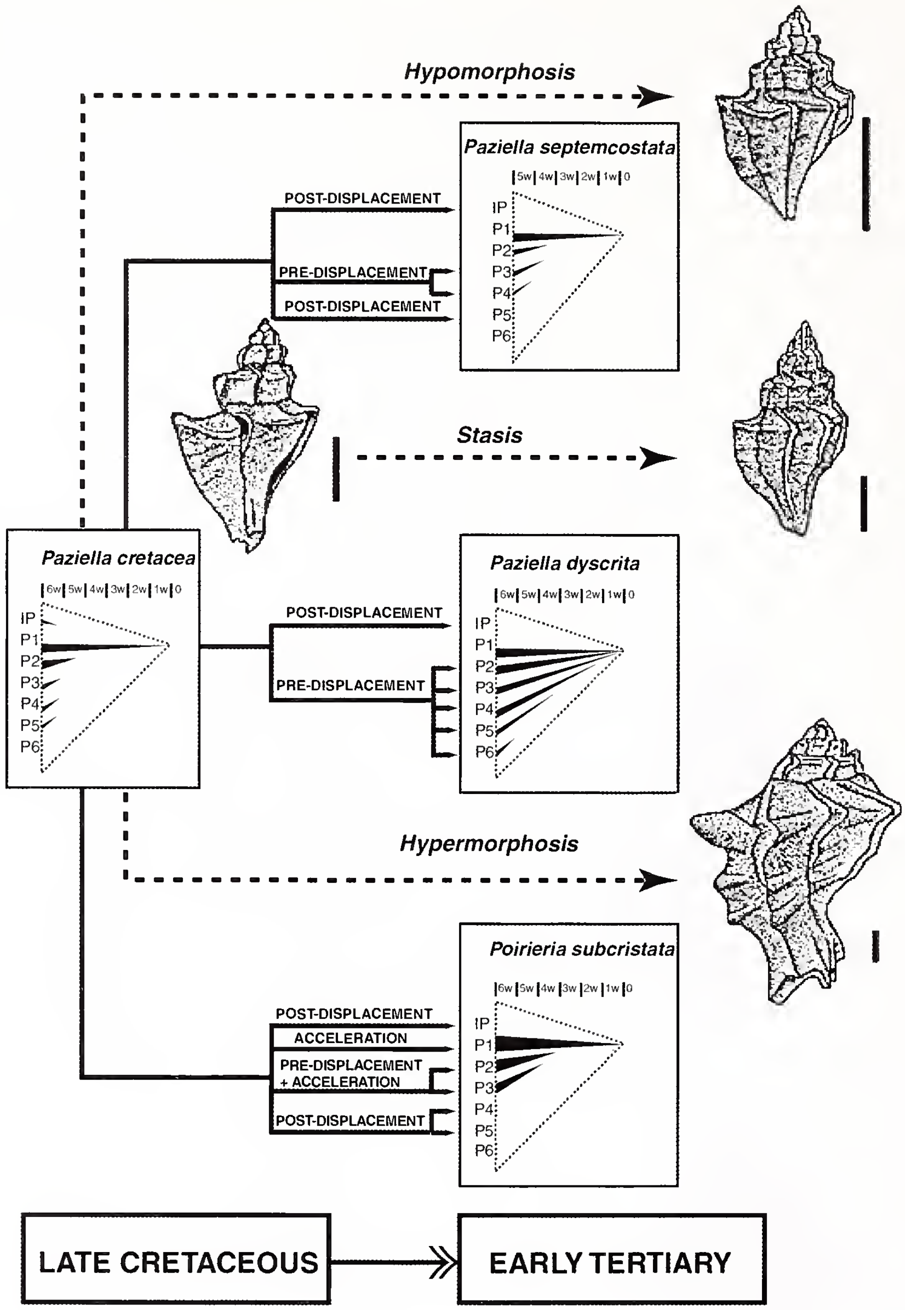


Fig. 2: Possible ontogenetic heterochronies of the primary cords in the Palaeocene and Lower Eocene muricids (*Paziella* and *Poirieria*) after Merle & Pacaud (2002) modified. *Paziella cretacea* (Garvie, 1991) (Campanian-Masstrichtian from Texas, USA) is chosen as a primitive morphological reference. In *Paziella septemcostata* (Rouault, 1850) (Upper Ypresian from the Aquitaine basin), the small pre-displacement of P3 and P4 associated with a hypomorphic shell; IPC and P5 are post-displaced. In *Paziella dyscrita* (Cossmann, 1889) (Upper Ypresian from the Paris basin), IPC is post-displaced while P2 to P6 are pre-displaced. In *Poirieria subcristata* (Lower Ypresian from United-Kingdom), the acceleration of P1, the acceleration and the pre-displacement of P2 and P3, and the post-displacement of IPC, P4 and P5 are asociated with a hypermorphic shell. w = whorl. Scale bar = 5 mm.

Fig. 2: Possibili eterocronie ontogenetiche nei cordoni primari dei muricidi del Paleocene ed Eocene Inferiore, generi *Paziella* e *Poirieria*; modificato da Merle & Pacaud (2002). *Paziella cretacea* (Garvie, 1991) (Campaniano-Maastrichtiano del Texas, USA) è presa in considerazione come modello di morfologia ancestrale. In *Paziella septemcostata* (Rouault, 1850) (Ypresiano Superiore del Bacino Aquitaniano), è possibile osservare un fenomeno di ipomorfosi, con semplificazione della scultura della conchiglia; i cordoni primari P3 e P4 si possono osservare solo a partire dal quarto giro; la corda infrasuturale IP ed il cordone primario P5 non compaiono. In *Paziella dyscrita* (Cossmann, 1889) (Ypresiano superiore del Bacino di Parigi), i cordoni primari da P2 a P6 compaiono già nei primi giri, mentre IP è assente. In *Poirieria subcristata* (Ypresiano inferiore del Regno Unito), l'ingrossamento di P1, l'ingrossamento unito ad una comparsa precoce di P2 e P3, e l'assenza di IP, P4 e P5, caratterizzano una conchiglia dalla scultura molto più evidente e rilevata (ipermorfia). w = giro di spira. Scala di riferimento = 5 mm.

character must be clearly illustrated to be discussed. The list of the species figured in the publications is given (Appendix 1). It may constitute a first database on the subject. This list includes 81 species (19 fossil and 62 Recent) for 37 genera and subgenera. Twenty two type-species are also illustrated. Five *Morula* species (Rapaninae) commented upon by HOUART (2002b), but not illustrated, are figured here (Fig. 1A-E).

IV -Evolution of the primitive muricids

The oldest known muricid is *Paziella cretacea* (Garvie, 1991) from the Campanian-Maastrichtian of Texas (Kemp Clay). *Paziella* is not yet recorded in the Upper Maastrichtian, but it occurs together with *Poirieria* and *Pterynotus* in the Early Tertiary beds of the Danian. The *Paziella* and *Poirieria* species from the Palaeocene and the Lower Eocene received a special attention, because, according to several authors (VOKES, 1992; PONDER & VOKES, 1988; HARASEWYCH, 1984), on the basis of the argument of geological precedence, they are assumed to represent the most primitive muricids. Therefore, their sculptural pattern needed to be closely examined for a better understanding of the later sculptural changes observed in the muricid radiation. Moreover, a detailed inspection of these shells using structural homologies of the spiral sculpture represents one of the keys for phylogenetic analyses including fossils, *Paziella* and *Poirieria* being be regarded as potential outgroups. The studies using *Paziella* and *Poirieria* allow considering four results about the evolution of primitive muricids.

1°) Paziella as a survivor of the K/T crisis

The comparison between *P. cretacea* and the Early Tertiary species of *Paziella* (MERLE & PACAUD, 2002a), does not reveal significant sculptural changes, except for the loss of fine columellar denticles. The few transformations suggest that the Early Tertiary *Paziella* species clearly derive from a Cretaceous stock surviving after the K/T crisis.

2°) Primitive muricids: a poorly developed spiral sculpture

The ontogenetic observations emphasize that *Poirieria* and *Paziella* share a low development of their spiral sculpture (MERLE & PACAUD, 2002a, b). Young specimens are particularly unornamented and only possess one to three primary cords (P1 to P3 on the two early whorls). During the growth, several other primary cords appear abapically (P4, and P5 and P6 in *Paziella*), but the siphonal canal always remains unornamented (ADP, MP and ABP are missing) (Fig. 2).

3°) Rule of heterochronies in early sculptural changes

The sculptural variations of Lower Eocene and Paleocene *Poirieria* and *Paziella* species may be interpreted as the result of ontogenetic heterochronies (MERLE & PACAUD, 2002a, b). Morphologies that are affected by paedomorphoses tend to have a less developed sculpture (fewer cords with a later appearance) than in *P. cretacea*. Conversely, morphologies affected by peramorphoses tend to have a more developed sculpture (more numerous cords with an earlier appearance) than in *P. cretacea* (Fig. 2).

4°) Sculptural contrasts between early and modern tropical muricids

The sculptural patterns of the Palaeocene and Lower Eocene *Poirieria* and *Paziella* species contrast with those of modern tropical muricids [eg. *Siratus*, *Murex* in the Muricinae or *Favartia*, *Murexsul* in the Muricopsinae (HOUART 2000, 2001a, b, 2002a; HOUART & DHARMA 2001; MERLE, 1999, 2002; MERLE *et al.*, 2001)] in which the sculptural elements become more numerous, more developed and more diversified. Conversely, there is not a great sculptural contrast between the primitive muricids and deep or coldwaters muricids.

V - Congruences with biological studies

We analyse here, the congruences between three phylogenetic trees based on shell characters (MERLE 1999, 2002;VERMEIJ & CARLSON 2000) and trees based on anatomical or molecular characters. The first phylogeny (MERLE, 1999) is focused on the Muricopsinae, but includes various members of other subfamilies (Rapaninae, Ergalataxinae, Ocenebrinae, Trophoninae, Typhinae, Tripterotyphinae and Muricinae) (Fig. 3A). The second one (VERMEIJ & CARLSON, 2000) is focuses on the Rapaninae and includes the Ergalataxinae, Ocenebrinae and one species of Muricinae. The third one (MERLE, 2002) concerns the Muricopsinae and several members of the Muricinae (Fig. 3B). In the first and the third phylogenies, structural homologies based on the analysis of the spiral sculpture are used.

1°) Rapaninae/Ergalataxinae

The rapanine phylogeny has been studied by KOOL (1993b) who used anatomical characters. He demonstrated that *Stramonita* and *Drupa* belong to the clade Rapaninae, while *Nucella* is excluded and belongs to the clade Ocenebrinae (Fig. 3C). The results of MERLE (1999) also concluded to distinguish the two clades, but suggested that the Ergalataxinae *Orania* is more closely related to the Rapaninae than to other taxa. The cladogram of VERMEIJ & CARLSON (2000, fig.1) shows a node (node T) in which *Stramonita* and *Drupa* are grouped, but in the node E several Rapaninae (eg. *Cymia*) are included with ergalataxine taxa (eg.: *Ergalatax*, *Cronia* and *Muricodrupa*). In this cladogram, the distinction between the Ocenebrinae and Rapaninae is not clear and *Nucella* cannot be discussed because it is regarded as outgroup. Despite some problems concerning the Ocenebrinae in the phylogeny of VERMEIJ & CARLSON (2000), many rapanine taxa are grouped in a same clade. Moreover, both phylogenies based on shells suggest possible relationships between the Ergalataxinae and the Rapaninae. As Vermeij & Carlson (2000) wrote, the ergalataxine systematics should be re-analysed in order to define their relationships with the rapanine radiation.

2°) Ocenebrinae/Trophoninae

The phylogenic relationships of some ocenebrine taxa have been studied by KOOL (1993a, b) using anatomical characters and by MARKO & VERMEIJ (1999), OLIVERIO & MARIOTTINI (2001), OLIVERIO *et al.* (2002) using molecular data. Kool's tree (1993a, fig. 65) suggests that *Nucella* and *Ocenebra* are more closely related with *Trophon (s.s.)* than with the Rapaninae (Fig. 3D). This result is found in Merle's tree (Fig. 3A), which only differs from Kool's tree one by the position of *Trophon (s.s.)*, which is more closely related to *Nucella*. Moreover, the position of *Forreria* in the Ocenebrinae is also suggested in the Kool's (1993b) and Merle's (1999) trees. Regarding the relationships of the Ocenebrinae among the Muricidae, OLIVERIO *et al.* (2001) suggested that the Ocenebrinae (represented by *Nucella* and *Ceratostoma*)

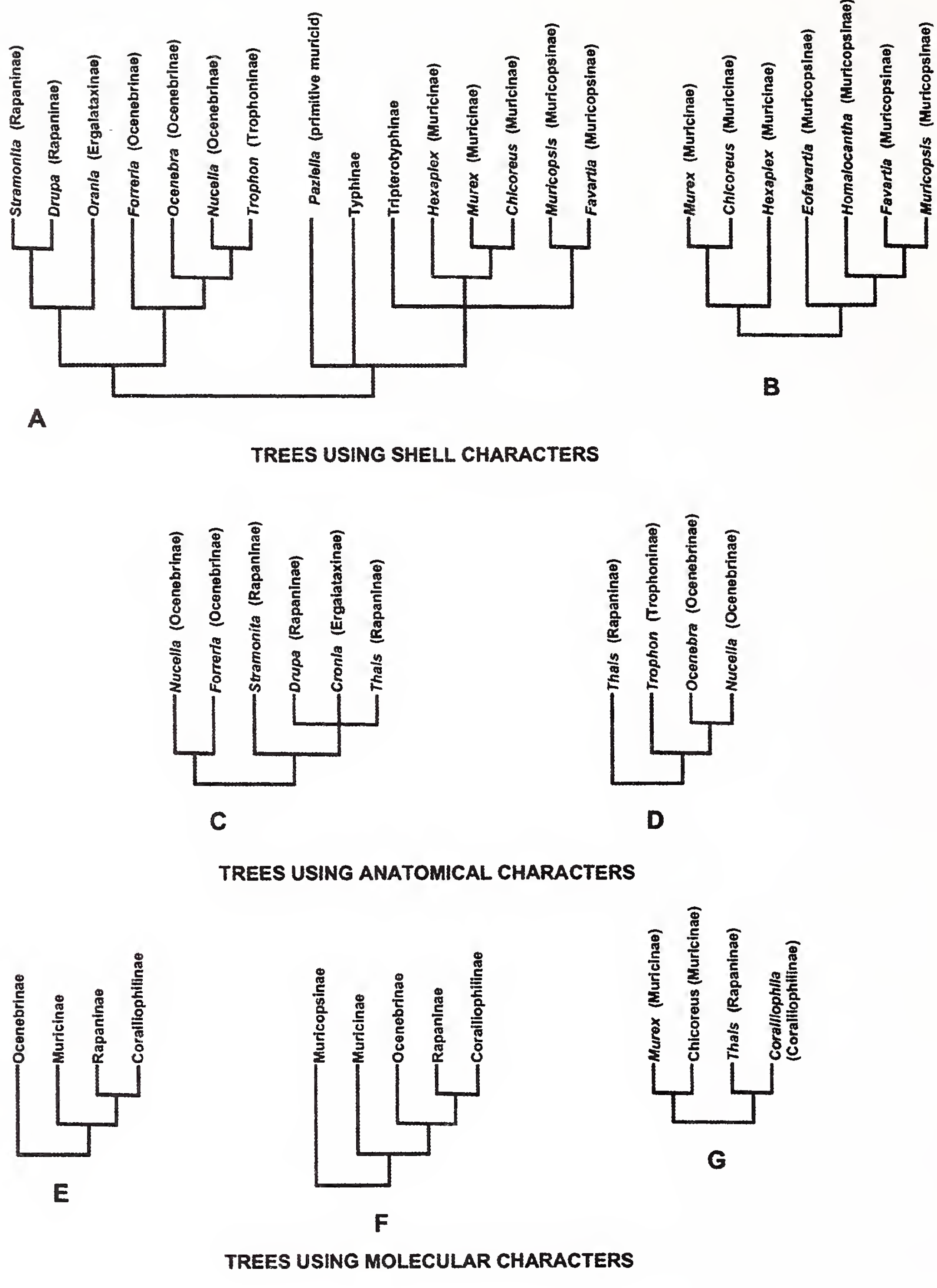


Fig. 3: Comparisons between trees using shell (A-B), anatomical (C-D) and molecular (E-G) characters. **A:** synthetic tree of Merle (1999, figs 86 and 87); **B:** tree of Merle (2002); C: tree of Kool (1993b) only considering the taxa studied by Merle (1999), with *Cronia* (Ergalataxinae) and *Thais* (Rapaninae) to show the possible relationships between the Ergalataxinae and the Rapaninae; **D:** tree of Kool (1993a); E: tree of Oliverio & Mariottini (2001); **F:** tree of Oliverio *et al.* (2002) (preferred hypothesis); G: tree of Harasewych *et al.* (1997).

Fig. 3: Comparazione tra alberi ottenuti utilizzando catatteri conchigliari (A-B), anatomici (C-D) e molecolari (E-G). A: albero sintetico di Merle (1999, figs 86 and 87); B: albero da Merle (2002); C: alberodi Kool (1993b) ottenuto considerando solamente i taxa studiati da Merle (1999), unitamente a *Cronia* (Ergalataxinae) e *Thais* (Rapaninae) al fine di evidenziare le possibili relazioni esistenti tra Ergalataxinae e Rapaninae; **D:** albero di Kool (1993a); **E:** albero di Oliverio & Mariottini (2001); **F:** albero di Oliverio *et al.* (2002) (ipotesi preferita); G: albero di Harasewych *et al.* (1997).

may be regarded as a basal taxon whose sister-group is the clade: (Muricinae (Rapaninae, Coralliophinae)) (Fig. 3E). This result is not congruent with Merle's tree, which suggests that the clade Rapaninae/Ergalataxinae is more closely related to the clade Ocenebrinae/Trophoninae. However, in a subsequent phylogeny, Oliverio *et al.* (2002) suggested that the Ocenebrinae may be more closely related to the clade including the Rapaninae and the Coralliophilinae: (*Nucella* [Ocenebrinae] ((*Stramonita*, *Concholepas* [Rapaninae]) *Coralliophila* [Coralliophilinae])) (Fig. 3F).

3°) Muricinae

In their phylogeny of the Neogastropoda based on the cytochrome *c* oxidase I sequence, Harasewych *et al.* (1997) include several Muricidae (*Murex*, *Chicoreus*, *Thais* and *Coralliophila*) (Fig. 3G). The resulting tree [fig. 6 = ((*Murex*, *Chicoreus*), (*Thais*, *Coralliophila*))] clearly suggests that *Murex* and *Chicoreus* are closely related, and the same result is found in Merle's trees (Merle 1999, 2002) including *Hexaplex* [which is used as a muricine taxon in the tree of Oliverio *et al.* (2002)]. Regarding the relationships among the Muricidae, the hypothesis of Oliverio & Mariottini (2001) is that the Muricinae is a basal taxon, whose sister-group is the clade: (Rapaninae, Coralliophilinae). In a further study, Oliverio *et al.* (2002) suggested that the Muricinae are more derived than *Muricopsis* (Muricopsinae) and is sister-group of the clade: (Ocenebrinae (Rapaninae, Coralliophilinae)), the entire tree being: (Muricopsinae (Muricinae (Ocenebrinae (Rapaninae, Coralliophilinae)))). This result differs from those of Merle, which suggests that the Muricopsinae are more closely related to the Muricinae than the other subfamilies (Fig. 3A- B), but both share the relatively close relationships between the Muricopsinae and the Muricinae (Fig. 3F).

4°) Muricopsinae

The Muricopsinae have been individualised from the Muricinae by radular characters (Radwin & D'Attilio, 1971). Particularly, the *Muricopsis* group shares similar radular morphology with the *Favartia* group. For Merle (1999, 2001, 2002), the Muricopsinae also differ from the Muricinae by derived shell characters and represents a clade with three main branches, the fossil *Eofavartia* branch, the *Favartia* branch and the *Muricopsis* branch.

Finally, it is a difficult exercise to compare the different phylogenetic trees because they often correspond to partial analyses of the family, but two points are evident. Firstly, very similar patterns are found for the members of a same subfamily (eg. Rapaninae (*Drupa* and *Stramonita*); Ocenebrinae (*Nucella*, *Forreria* and *Ocenebra*); Trophoninae (*Trophon* and the Ocenebrinae); Muricinae (*Murex*, *Chicoreus* and *Hexaplex*), as well in the trees based on shell data, as in the trees based on anatomical or molecular data. Second, the relationship between the Muricinae, the clade (Rapaninae, Coralliophilinae) and the Ocenebrinae is still not fully resolved in both approaches.

VI - Challenges for futur works

In 1992, Bieler wrote "*Gastropods have remained surprisingly under-utilised as models for and object of evolutionary studies. No other animal group offers equal opportunities to combine the findings of comparative morphological and molecular studies on diverse extant fauna with data derived of the extensive fossil record.*" The muricids, with their Cenozoic diversification, numerous Recent species and a world-wide geographic range, perfectly illustrate Bieler's remarks, giving these equal opportunities for paleontologists and zoologists. However, they should not be too much disconnected to avoid that zoological studies ignore the temporal dimensions of the muricid radiation and that paleontological studies continue to consider the species as a simple collection of objects. The cladistic revolution, mainly based on anatomical investigations, questioned the informations of the shells (Kool, 1993), but an answer is that the descriptive system of the shells was still in its childhood. The recent rise of the concept of homology in this system represents a step toward its maturity, but progresses which are challenges themselves are needed. For the next decades, three kinds of challenge may be outlined in order to obtain a holistic approach of the muricid radiation.

1°) Prolongation of the researches on shell homologies

The first priority is the prolongation of researches on the homologies. The appendix records about 80 Recent and fossil species in which sculptural homologies of the spiral sculpture are published and illustrated, but the family contains about 2500 species. It is still insufficient for a closer knowledge of the sculptural diversity and a database including about 500 species would be the needed for the start of a statistical approach. The search of the target taxa should be not exclusively oriented on the tropical species, which evolved quickly and bear spectacular patterns, but also should also consider cold and deep water species. Another way to perform the descriptive system in terms of homologies is the study of the constructional characters (Miller, 1999; Miller & Merle, 2003), which is under-utilised, but may be applicable for a better approach of the axial sculpture.

2°) Evolutionary studies based on ontogeny

More or less spectacular changes of the spiral sculpture during growth have been described in the genera *Poirieria*, *Paziella*, *Chicoreus (Siratus)*, *Murexsul* and *Xastilia* (Merle, 1999, 2001; Merle *et al*, 2001; Merle & Pacaud, 2002a, b). They suggest the importance of the evolutionary studies based on ontogeny for the knowledge of the diversification. These studies are necessary to understand the different ways of sculptural change, which are known in few taxa. Regarding this problem, several questions remain unstudied. For example, how many change pathways are there in the muricids, and how environmental factors control them? In addition, the knowledge of these pathways is important in phylogenetic analyses, because it allows a better character coding.

3°) Phylogenetic analyses

Phylogenetic analyses of the Muricidae arose in the nineties. They are mainly based on anatomical or molecular data, and provided substantial progresses in the knowledge of the diversification and the classification. Particularly, the revision of the clade Rapaninae (Kool, 1993a, b) and the placement of the Coralliophilidae in the muricid (now Coralliophilinae) as sister group of the Rapaninae (Oliverio & Mariottini, 2001; Oliverio *et al.*, 2002) need to be stressed. However, new progresses in this field are necessary because the phylogenetic relationships between the Muricinae, Ocenebrinae and the clade Rapaninae + Coralliophilinae are not fully resolved. Moreover, the relation-

ship between the Ergalataxinae and Rapaninae need to be elucidated; these of the primitive muricids (*Poirieria* and *Paziella*) attributed to the Muricinae, and of the Typhinae and Tripterotyphinae are still rarely considered; the current classification of the Trophoninae is regarded as a polyphyletic assemblage (Vokes, 1996a, b; Vermeij & Vokes, 1997) in which *Trophon* seems closely related to the Ocenebrinae, while only *Muricopsis* has been recently introduced in a molecular study in the Muricopsinae.

Despite these problems, numerous congruences between anatomical, molecular and shell based trees at subfamilial level suggest that this latter character complex is not devoid of phylogenetic informations, when analysed in details. Therefore, these positive results are encouragements for a better consideration of the shell in phylogenetic studies, for more numerous comparisons of the shell based trees with molecular and anatomical ones and for the inclusion of fossils in phylogenies. The inclusion of fossil taxa is important for a better knowledge of the muricid phylogeny, because, as in other zoological groups, it gives character associations lacking in the Recent (Donoghue *et al.*, 1989; Janvier, 1991). Moreover, progresses in the analyses of the cladograms, such as the stratigraphic tests (Wagner, 1995; Siddal, 1998; Pol & Norell, 2001; Zaragueta-Bagils & Lelievre, 2001) allow a better evaluation of the congruences of the phylogenetic trees based on fossils.

CONCLUSION

The Muricidae, one of the most emblematic gastropod families class, was regarded as a well studied group, considering the number of described taxa. Also, few progresses in its classification was expected until the seventies. The situation changed when the spreading of radular studies and phylogenetic analyses based on anatomical or molecular data called into question the validity of the muricid classification, which was mainly based on the shell. Consequently, a reflexion on the usefulness of the shell was necessary and an emerging answer was that the traditional descriptive method was obsolete for phylogenetic or evolutionary approaches. Particularly, the sculptural diversication, a basical adaptive tendency of the muricid radiation was not acurately evaluated. The results presented here come from the recent use of the concept of homology for the description of sculptural characters and stress again the poor knowledge of the family, as to the shell characters, despite numerous descriptions. Nevertheless, the use of the concept of homology generates new perspectives of works oriented toward a holistic view of the Cenozoic muricid radiation, giving the opportunity to better combine paleontological and zoological results. Finally, although this family is emblematic for the gastropod class, many aspects of its biology remain unrecognized and numerous progresses may be expected.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are thankfull to Marco Oliverio (University of Roma) and Philippe Janvier (MNHN, Paris) for their constructive comments on the paper.

REFERENCES

Allmon W. D., 1994. Patterns and process of heterochrony in lower Tertiary Turritellinae gastropods. U. S. Gulf and Atlantic Coastal Plains. *Journal of Paleontology*, Ithaca, 68: 80-95.

Bieler R., 1988. Phylogenetic relationships in the gastropod family Architectonicidae, with notes on the family Mathildidae (Allogastropoda). *Malacological review*, Ann Arbor, Suppl. 4: 205-240.

Bieler R., 1992. Gastropod phylogeny and systematics. *Annual review of Ecology and Systematics*, Palo Alto, 23: 311-338.

Bieler R., 1995. Mathildidae from New-Caledonia and the Loyalty Islands (Gastropoda): Heterobranchia. In Bouchet P. (ed.) Résultats des campagnes Mursorstom, v. 14. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 167: 595-641.

Bouchet P. & Houart R., 1994. A new coralliophilid like muricid (Gastropoda : Muricidae) from the Coral sea. *Journal of Conchology*, London, 35(2): 131-135.

Bouchet P. & Houart R. 1996. A new genus of atlantic Muricidae with misleading shell morphology (Mollusca : Gastropoda). *Journal of Conchology*, London, 35(5): 423-426.

Bouchet P., 1983. Les Terebridae d'Atlantique oriental. *Bolletino malacologico*, Milano, 18: 185-216.

Bouchet P., 1987. *La protoconques des Gastéropodes. Aspects biologiques, taxonomiques et évolutifs.* Thèse d'Etat, Paris, 181 pp.

Bouligand Y., 1989. La priorité des organes selon François Grandjean : une articulaton précise entre ontogenèse et phylogenèse. *Geobios (special memory)*, Lyon, 12: 79-91.

D'Attilio A. & Radwin G. E., 1971. The intritacalx, an undescribed shell layer in mollusks. *The Veliger*, Berkeley, 13(4): 344-347.

De Vries T. J., 1997. A review of the genus *Chorus* Gray, 1847 (Gastropoda: Muricidae) from western South America. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, Tulane, 30(3): 125-147.

Deshayes J.-P., 1835. *Description des coquilles fossiles des environs de Paris.* Deshayes, Paris, 127 pp.

Deshayes J.P., 1865. *Description des animaux sans vertèbres découverts dans le Bassin de Paris pour servir de supplément à la description des Coquilles fossiles des Environs de Paris, comprenant une révision générale de toutes les espèces connues.* T. 3, Mollusques Céphalés (livraisons 45-50), 2ème partie, Baillère & Fils, Paris, 467 pp.

Donoghue M. J., Doyle J. A., Gauthier J., Kluge A. G. & Rowe T., 1989. The importance of fossils in phylogeny reconstruction. *Annual review of Ecology and Systematics*, Palo Alto, 20: 431-460.

Fair R. H., 1976. *The Murex Book: an illustrated catalogue of Recent Muricidae (Muricinae, Muricopsinae, Ocenebrinae)*. Fair, Honolulu, 138 pp.

Fujioka Y., 1985. Systematic evaluation of radular characters in Thaidinae (Gastropoda : Muricidae). *Journal of Science of the Hiroshima University*, ser. B, Div. 1 (Zoology), Hiroshima, 31(2): 235-287.

Garvie C. L., 1991. Two new species of Muricinae from the Cretaceous and the Paleocene of the Gulf Coastal Plain, with comments of the genus

Odontopolys Gabb, 1860. *Tulane studies in Geology and Paleontology*, Tulane, 24(4): 97-92.

GRANDJEAN F., 1943. Propriétés absolue et statistique en biologie. *Comptes rendus de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, Genève, 60: 135-139.

HARASEWYCH M. G., ADAMKEWICZ S. L., BLAKE J. A., SAUDEK D., SPRIGGS T. & BULT C. J., 1997. Neogastropod phylogeny : a molecular perspective. *Journal of Molluscan Studies*, Reading, 63: 327-351.

HOUART R., 1989. La protoconque des Muricidae et son importance pour la détermination des espèces. *Annales de la Société royale de zoologie de Belgique*, Bruxelles, 119(2): 177-179.

HOUART R., 1994a. Some comments on (?) *Poirieria (Pazinotus) sibogae* (Schepman, 1911). *The Festivus*, San Diego, 26(2): 19-21.

HOUART R., 1994b. Some notes on the genus *Spinidrupa* Habe and Kosuge, 1966 (Muricidae : Ergalataxinae), with the description of *Habromorula* gen. nov. (Muricidae : Rapaninae) and four new species from the Indo-West Pacific. *Iberus*, Barcelona, 12(2): 21-31.

HOUART R., 1995. The Ergalataxinae (Gastropoda, Muricidae) from the New Caledonia region with some comments on the subfamily and the description of thirteen new species from the Indo-West Pacific. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, série 4, section A, 16(2-4): 245-297.

HOUART R., 2000. Description of two new species of *Chicoreus (Siratus)* (Gastropoda, Muricidae) from Honduras and Nicaragua. *Novapex*, Jodoigne, 1(3-4): 75-82.

HOUART R., 2001a. *A review of the Recent Mediterranean and Northeastern Atlantic species of Muricidae*. Evolver, Roma, 227 pp.

HOUART R., 2001b. *Chicoreus (Triplex) setionoi* n. sp. (Gastropoda: Muricidae) from Arafura Sea, Pacific Ocean. *Novapex*, Jodoigne, 2(4): 145-148.

HOUART R., 2002a. Description of a new muricopsine species (Gastropoda : Muricidae) from Martinique, Lesser Antilles. *Novapex*, Jodoigne, 3(4): 139-140.

HOUART R., 2002b. Comments on a group of small *Morula s.s.* species (Gastropoda: Muricidae: Rapaninae) from the Indo-West Pacific with the description of two new species. *Novapex*, Jodoigne, 3(4): 97-118.

HOUART R., 2002c. Description of a new Typhinae (Gastropoda: Muricidae) from New Caledonia with comments on some generic classification within the subfamily. *Venus*, Kyoto, 61 (3-4): 147-159.

HOUART R., 2003a. Description of *Scabrotrophon inspiratum* n.sp. (Gastropoda: Muricidae) from Vanuatu. *The Nautilus*, Sanibel, 117 (3:87-90).

HOUART R, 2003b. Two new muricids (Gastropoda: Muricidae) from West-Africa. *Novapex*, Jodoigne, 4 (2-3): 51-56.

HOUART R., 2003c. Description of a new muricopsine species (Gastropoda: Muricidae) from the Southwestern Indian Ocean. *Iberus*, 21 (2):91-98.

HOUART R. & DHARMA B., 2001. Description of *Murex (Murex) hystricosus* n.sp. (Gastropoda, Muricidae) from Sumatra, Indian Ocean. *Novapex*, Jodoigne, 2(2): 31-36.

HOUART R. & SIRENKO B.I., 2003. Review of the Recent species of *Ocenebra* Gray, 1847 and *Ocinebrellus* Jousseaume, 1880 in the Northwestern Pacific. *Ruthenica*, Moscow, 13 (1):53-74.

HYLLEBERG J. & NATEEWATHANA A., 1992. Description of *Chicoreus ramosus* shells, with notes on *Chicoreus torrefactus*. *Special Publication, Phuket marine biological Center*, Phuket, 10: 109-112.

JANVIER P., 1991. Les piliers du cladisme : Les critères de polarité, ou arguments de direction. *Geobios*, Lyon. 13: 53-56.

KOOL S., 1987. Significance of radular characters in reconstruction of thaidid phylogeny (Neogastropoda : Muricacea). *Nautilus*, Sanibel, 101(3): 117-132.

KOOL S., 1993a. The systematic position of the genus *Nucella* (Prosobranchia: Muricidae: Ocenebrinae). *Nautilus*, Sanibel, 107(2): 43-57.

KOOL S., 1993b. Phylogenetic analysis of the Rapaninae (Neogastropoda: Muricidae). *Malacologia*, Ann Arbor, 35(2): 155-259.

KURODA T. & HABE T., 1971. *The sea shells of Sagami Bay*. Maruzen, Tokyo, 741 pp. (in japan) and 489 pp. (in english).

MARKO P. B. & VERMEIJ G. J., 1999. Molecular Phylogenetics and the Evolution of Labral spines among Eastern Pacific Ocenebrine Gastropods. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, San Diego, 13(2): 275-288.

MARSHALL B. A, 1995. Calliostomatidae (Gastropoda : Trochoidea) from New Caledonia, the Loyalty Islands, and the northern Lord Howe Rise. In Bouchet P. (ed.), Résultats des campagnes MUSORSTOM, v. 14. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 167: 381-458.

MERLE D., 1990. Révision des Muricidae de Cuisien de Gan et de Bos d'Arros (Bassin d'Aquitaine, France). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 4ème sér., 11 C (3): 145-185.

MERLE D., 1999. *La radiation des Muricidae (Gastropoda: Neogastropoda) au Paléogène: approche phylogénétique et évolutive.* Thèse du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 499 pp.

MERLE D., 2001. The spiral cords and the internal denticles of the outer lip of the Muricidae: terminology and methodological comments. *Novapex*, Jodoigne, 2(3): 69-91.

MERLE D., 2002. *Eofavartia*, a new genus of Muricidae (Gastropoda: Neogastropoda) from the Lower Palaeogene of the Atlantic Ocean: implications for the radiation of the Muricopsinae Radwin & d'Attilio, 1971. *Comptes-Rendus Palevol*, Paris, 1(2): 167-172.

MERLE D., 2003. First record of coloured patterns in Palaeogene Muricidae (Mollusca, Gastropoda). *Annales de Paléontologie*, Paris, 89:191-203.

MERLE D. & PACAUD J. M., 2002a. The first record of *Poirieria subcristata* (d'Orbigny, 1850) (Muricidae: Muricinae) in the early Cuisian of the Basin Paris (Celles-sur-Aisne, Aizy Formation), with comments on the sculptural evolution of some Palaeocene and Eocene *Poirieria* and *Paziella*. *Tertiary Research*, London & Leiden, 21(4): 19-27.

MERLE D. & PACAUD J. M., 2002b. The Early Palaeogene muricids (Mollusca : Neogastropoda) from Oichings beds (Haunberg area, Salzburg, Austria): revision and addition to the knowledge of the evolution of Palaeocene and Lower Eocene *Poirieria*. *Mitteilungen bayerische Staadsammlungen for Geologie und Paläontologie*, Müenchen, 42: 3-14.

MERLE D., GUARRIGUES B. & POINTIER J. P., 2001. An analysis of the sculptural

pattern of the shell in Carribbean members of the genus *Chicoreus (Siratus)* Jousseaume, 1880 (Gastropoda: Muricidae) with description of a new species. *Zoosystema*, Paris, 23(3): 417-431.

Miller, D. J., 1999. Making the most of your shells: constructional and microarchitectural characters in muricid gastropod systematics. *Geological Society of America (Abstracts)*, Boulder, 31(7): A42.

Miller, D. J. & Merle D., 2003. The use of constructional and spiral cord characters in phylogenetic analyses of the Muricidae. *In Proceedings of the American Malacological Society*, 69 Annual Meeting, June 2003, Ann Arbor, Michigan, abstract: 1p.

Oliverio M. & Mariottini P., 2001 - A molecular framework for the phylogeny of *Coralliophila* and related muricoids. *Journal of Molluscan Studies*, Reading, 67: 215-224.

Oliverio M., Cervelli M. & Mariottini P., 2002. ITS2 rRNA evolution and its congruence with the phylogeny of muricid neogastropods (Caenogastropoda, Muricoidea). *Molecular Phylogenetic and Evolution*, San Diego, 25: 63-69.

Petitjean M., 1965. *Structures microscopiques, nature minéralogique et composition chimique de la coquille des Muricidés (Gastéropodes, Prosobranches). Importance systématique de ces caractères.* Thèse d'Etat, Paris, 131 pp.

Pol D. & Norell M. A., 2001. Comments on the Manhattan Stratigraphic Measure. *Cladistics*, London, 17: 285-289.

Ponder W.F. & Vokes E.H., 1988. A revision of the Indo-West Pacific fossil and recent species of *Murex (s.s.)* and *Haustellum* (Mollusca: Gastropoda : Muricidae). *Records of the Australian Museum*, Sydney, 1988, suppl. 8: 1-160.

Radwin G. E. & D'Attilio A., 1971. Muricacean supraspecific taxonomy based on the shell and radula. *Echo*, San Diego, 4: 55-67.

Radwin G. E. & D'Attilio A., 1976. *Murex shells of the world.* Stanford University Press, Stanford, 284 pp

Radwin G. E. & D'Attilio A., 1978. Comments on subfamilial relationships in two amphi-American muricid genera - *Acanthotrophon* and *Attiliosa*. *Tulane studies in Geology and Paleontology*, Tulane, 14(3): 131-134.

Siddal M., 1998. Stratigraphic fit to phylogenies: A proposed solution. *Cladistics*, London, 14: 201-208.

Vermeij G. J., 1995. Morphology and possible relationships of *Ecphora* (Cenozoic Gastropoda : Muricidae). *Nautilus*, Sanibel, 109(4): 120-126.

Vermeij G. J. & Carlson S., 2000. The muricid gastropod subfamily Rapaninae: phylogeny and ecological history. *Paleobiology*, Lawrence, 26: 19-46.

Vermeij G. J. & Vokes E.H., 1997. Cenozoic Muricidae of the western Atlantic region. Part XII – The subfamily Ocenebrinae (in part). *Tulane studies in Geology and Paleontology*, Tulane, 29(3-4): 1-118.

Vignon P., 1931a. Les dents du labre et les rapports qu'elles nouent avec les sillons, les cordons et les varices chez les gastéropodes. *Journal de conchyliologie*, Paris, 75: 242-272.

Vignon P., 1931b. Sur les dents du labre de certains gastéropodes à coquille turbinée, et sur les rapports qu'elles peuvent contracter avec les varices. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 192: 696-698.

Vokes E. H., 1971. The geologic history of the Muricinae and Ocenebrinae. *Echo*, San Diego, 4: 37-54.

Vokes E. H., 1992. Cenozoic Muricidae of the western Atlantic region. Part IX – *Pterynotus, Poirieria, Aspella, Dermomurex, Calotrophon, Acantholabia*, and *Attiliosa*; additions and corrections. *Tulane studies in Geology and Paleontology*, Tulane, 25(1-3): 1-106.

Vokes E. H., 1996a. One last look at the Muricidae. *American conchologist*, Santa Barbara, 24(2): 4-6.

Vokes E. H., 1996b. Argentine Trophons revisited – or Dr. Powell, I Owe you an Apology. *American conchologist*, Santa Barbara, 24(2): 34- 37.

Wagner P. J., 1995. Stratigraphic tests of cladistics hypothesis. *Paleobiology*, Lawrence, 21(2): 153-178.

Zaragueta-Bagils R. & Lelievre H., 2001. Ages et noms versus caractères et phylogénie : le problème de l'ajustement entre la stratigraphie et la phylogénie. *Biosystema*, Paris, 19 (Systématique et Paléontologie): 169-185.

Appendix 1: List and informations on the species for which the ontogenetical and topological correspondences of the spiral characters (cords and internal denticles of the outer lip) has been illustrated.
Appendice 1: Lista, con relative indicazioni bibliografiche, delle specie per le quali è stata illustrata la corrispondenza ontogenetica e topologica dei caratteri della spira presi in considerazione nel corso del presente lavoro (cordoni longitudinali e denti interni del labbro esterno).

TAXA	RANGE	AUTHORS (REVIEW)	FIGURES	OBSERVATIONS
		Subfamily MURICINAE		
Poirieria levis Traub, 1979	Thanetian to Ypresian (Austria)	Merle & Pacaud (*Bayerische Mitteilungen*, 2002)	Pl.2 (figs.1-2)	1 young and 1 adult

TAXA	RANGE	AUTHORS (REVIEW)	FIGURES	OBSERVATIONS
Poirieria subcristata (d'Orbigny, 1850)	Ypresian (England, France)	Merle & Pacaud (*Bayerische Mitteilungen*, 2002) Merle & Pacaud (*Tertiary Research*, 2002)	Pl. 2 (figs 3-4) Pl. 1 (figs 1-4)	1 young and 1 adult
Poirieria sp. (Vokes, 1992)	Danian (Alabama, USA)	Merle & Pacaud (*Bayerische Mitteilungen*, 2002)	Pl. 3 (fig. 1)	1 adult
Poirieria woodsensis Vokes, 1970	Thanetian (Alabama, USA)	Merle & Pacaud (*Bayerische Mitteilungen*, 2002)	Pl. 3 (fig. 2)	1 adult
Poirieria zelandica (Quoy & Gaimard, 1833)	Recent (New-Zealand)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 2B	1 adult
Crassimurex (s.s.) calcitrapa (Lamarck, 1803)	Lutetian (France)	Merle & Pacaud (*Bayerische Mitteilungen*, 2002)	Pl. 3 (figs 3-4)	1 young and one adult
Paziella cretacea (Garvie, 1991)	Campanian-Maastrichtian (Texas, USA)	Merle & Pacaud (*Tertiary Research*, 2002)	Pl. 3 (figs 1-2)	1 adult
Paziella dyscrita (Cossmann, 1889)	Ypresian (France)	Merle & Pacaud (*Tertiary Research*, 2002)	Pl. 2 (figs 1-9)	5 spm, young to adult
Paziella septemcostata (Rouault, 1850)	Ypresian (France)	Merle & Pacaud (*Tertiary Research*, 2002)	Pl. 3 (figs 3-10)	4 spm, young to adult
Paziella pazi (Crosse, 1869)	Recent (Florida, USA)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 10A, D	1 adult
?Paziella plini (de Raincourt, 1874)	Lutetian/Bartonian France	Merle (*Annales de Paléontologie*, 2003)	Figs 4,5	4 spm, young to adult
Flexopteron primanova (Houart, 1985)	Recent (Madagascar)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 9C	1 adult
Chicoreus (Siratus) cailleti (P. de la Saussaye, 1856)	Recent (French West-Indies)	Merle *et al.* (*Zoosystema*, 2001)	Figs 1A-D, 6G, 8C	4 spm, young to adult
C. (Siratus) perelegans (Vokes, 1965)	Recent (French West-Indies)	Merle *et al.* (*Zoosystema*, 2001)	Figs 2A-C, 6B, 8D	3 spm, young to adult
C. (Siratus) consuela (Verrill, 1950)	Recent (French West-Indies)	Merle *et al.* (*Zoosystema*, 2001)	Figs 2D, 3A, 6C, 8F	2 adults
C. (Siratus) ciboney (Clench & Farfante, 1945)	Recent (French West-Indies)	Merle *et al.* (*Zoosystema*, 2001)	Figs 3B-D, 6A, 8A	3 spm young to adult
C. (Siratus) articulatus (Reeve, 1845)	Recent (Porto-Rico)	Merle *et al.* (*Zoosystema*, 2001)	Figs 5A-B, 6D, 8E	2 spm, young and adult

TAXA	RANGE	AUTHORS (REVIEW)	FIGURES	OBSERVATIONS
C. (Siratus) formosus (Sowerby, 1841)	Recent (Haiti)	Merle *et al.* (*Zoosystema*, 2001)	Figs 5C-D, 6F	2 spm, young and adult
C. (Siratus) guionneti Merle *et al.*, 2002	Recent (French West-Indies)	Merle *et al.* (*Zoosystema*, 2001)	Figs 6F, 7A-B, 8B	2 spm, young and adult
C. (Siratus) hennequini Houart, 2000	Recent (Honduras)	Houart (*Novapex*, 2000a)	Fig. 16A, C, E	1 adult
C. (Siratus) bessei Houart, 2000	Recent (Honduras)	Houart (*Novapex*, 2000a)	Fig. 16B,D, F	1 adult
Chicoreus (s.s.) ramosus (Linnaeus, 1758)	Recent (Thailand)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 9A	1 adult
Chicoreus (Triplex) setionoi Houart, 2001	Recent (Arafura sea)	Houart (*Novapex*, 2001b)	Figs 1-2	2 adults
Chicoreus (Triplex) longicornis (Dunker, 1864)	Recent (Australia)	Houart (*Novapex*, 2001b)	Fig. 3	1 adult
Chicoreus (Triplex) banksii (Sowerby, 1841)	Recent (Australia)	Houart (*Novapex*, 2001b)	Fig. 4	1 adult
Chicoreus (Triplex) axicornis (Lamarck, 1822)	Recent (Thailand)	Houart (*Novapex*, 2001b)	Fig. 5-6	2 adults
Murex tribulus (Linnaeus, 1758)	Recent (East Asian)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 9D	1 adult
Murex hystricosus Houart, 2001	Recent (Java)	Houart & Dharma (*Novapex*, 2001)	Fig. 1	1 adult
Hexaplex cichoreum (Gmelin, 1791)	Recent (Philippines)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig.10F	1 adult

Subfamily MURICOPSINAE

TAXA	RANGE	AUTHORS (REVIEW)	FIGURES	OBSERVATIONS
Favartia (s.s.) brevicula (Sowerby, 1834)	Recent (Mauritius Island)	Merle (*C.R. Palevol*, 2002) Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 1A Fig. 17A	1 adult
Favartia (s.s.) paulmieri Houart, 2002	Recent	Houart (*Novapex*, 2002a)	Fig. 1	1 adult

TAXA	RANGE	AUTHORS (REVIEW)	FIGURES	OBSERVATIONS
Favartia (Murexiella) hidalgoi (Crosse, 1869)	Recent (Florida, USA)	Merle (*C.R. Palevol*, 2002) Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 1B Fig. 17F	1 adult
Favartia (s.s.) alveata (Kiener, 1842)	Recent (Mexico)	Merle (*C.R. Palevol*, 2002) Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 1C Fig. 17B	1 adult
Favartia (s.s.) marianae Houart, 2003	Recent (Mozambique)	Houart (*Novapex*, 2003c)	Fig. 1	1 adult
Favartia (s.s.) conleyi Houart, 1999	Recent (New Caledonia)	Houart (*Novapex*, 2003c)	Fig. 2	1 adult
Favartia (s.s.) cecalupoi	Recent (Somalia)	Houart (*Novapex*, 2003c)	Fig. 3	1 adult
Pygmaepterys germainae (Vokes & d'Attilio, 1980)	Recent (Colon, USA)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 17C	1 adult
Maxwellia gemma (Sowerby, 1879)	Recent (California, USA)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 17D	1 adult
Pazinotus sibogae (Schepman, 1911)	Recent (Coral sea)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 17E	1 adult
Eofavartia frondosa (Lamarck, 1803)	Lutetian (France)	Merle (*C.R. Palevol*, 2002)	Fig. 1D	1 adult
Eofavartia mantelli (Conrad, 1834)	Bartonian (Alabama, USA)	Merle (*C.R. Palevol*, 2002)	Fig. 1E	1 adult
Eofavartia marchandi (Cossmann, 1903)	Lutetian (France)	Merle (*C.R. Palevol*, 2002)	Fig. 1F	1 adult
Homalocantha heptagonata (Bronn, 1831)	Burdigalian (France)	Merle (*C.R. Palevol*, 2002)	Fig. 2	1 adult
Homalocantha scorpio (Linnaeus, 1758)	Recent (Australia)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 10B,E	1 adult
Homalocantha melanomathos (Gmelin, 1789)	Recent (Cuba)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 10C	1 adult
Murexsul elatospira (Cossmann & Peyrot, 1924)	Chattian (France)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 13A-F, 14A-F	6 spm, young to adult
Murexsul oxytatus (Smith, 1938)	Recent (Virgin Island, USA)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 16A	1 adult
Murexsul cevikeri (Houart, 2000)	Recent (Turkei)	Houart (2001a)	Fig. 113	4 spm, young to adult

TAXA	RANGE	AUTHORS (REVIEW)	FIGURES	OBSERVATIONS
Murexsul octogonus (Quoy & Gaimard, 1833)	Pleistocene (New-Zealand)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 16B	1 adult
Xastilia kosugei (Bouchet & Houart, 1994)	Recent (SW Pacific)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 16C	1 adult
Muricopsis cristata (Brocchi, 1814)	Pliocene (France, Italia)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 15A-B	2 spm, adult
Muricopsis deformis (Reeve, 1846)	Recent (Costa Rica)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 15C	1 adult
Muricopsis haideri Houart, 2003	Recent (Senegal)	Houart (*Novapex*, 2003b)	Fig. 1	1 young
Acanthotrophon carduus (Broderip, 1833)	Recent (Cantadora Island)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 15D	1 adult
		Subfamily TYPHINAE		
Typhis tubifer (Bruguière, 1792)	Lutetian (France)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 11A-F	3 spm young to adult
Typhis horridus (Brocchi, 1814)	Pliocene (Italia)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 12A-B	1 adult
Monstrotyphis tosaensis (Azuma, 1960)	Recent (Japan)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 12C	1 adult
Monstrotyphis montfortii (A. Adams, 1863)	Recent	Houart (*Venus*, 2002c)	Fig. 1	1 adult
		Subfamily TROPHONINAE		
Scabrotrophon inspiratum Houart, 2003	Recent	Houart (*Nautilus*, 2003a)	Fig. 1	1 adult
Scabrotrophon scarlatoi Houart, 2003	Recent	Houart (*Nautilus*, 2003a)	Fig. 2	1 adult
Trophon geversianus (Pallas, 1774)	Recent (Magellan Strait)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 12D-E	1 adult
?Trophonopsis peregra (Beyrich, 1854)	Rupelian (France)	Merle (*Annales de Paléontologie*, 2003)	Figs 2, 3	4 adults
		Subfamily OCENEBRINAE		
Ocenebra erinaceus (Linnaeus, 1758)	Recent (France)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 18A, D	1 adult
Ocenebra inornata (Récluz, 1851)	Recent	Houart & Sirenko (*Ruthenica*, 2003a)	Fig. 1	1 adult

TAXA	RANGE	AUTHORS (REVIEW)	FIGURES	OBSERVATIONS
Nucella lapillus (Linnaeus, 1758)	Recent (France)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 18B, E	1 adult
Trochia cingulata (Linnaeus, 1771)	Recent (South-Africa)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 18C, F	1 adult
Vaughtia squamata Houart, 2003	Recent (Senegal)	Houart (*Novapex*, 2003b)	Fig. 12	1 adult
		Subfamily ERGALATAXINAE		
Orania archea (Houart, 1995	Recent (Philippines)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 19A-B	1 adult
Orania dharmai (Houart, 1995)	Recent (Borneo)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 19C	1 adult
Spinidrupa euracantha (Adams, 1853)	Recent (Tahiti)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 19D	1 adult
Muricodrupa fenestrata (Blainville, 1832)	Recent (New-Caleodonia)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 19E	1 adult
Ergalatax obscura (Houart, 1996)	Recent (Djibouti)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 19F	1 adult
		Subfamily RAPANINAE		
Stramonita armigera (Link, 1807)	Recent (Tahiti)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 20A	1 adult
Thaisella foliacea (Conrad, 1837)	Recent (Tahiti)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 20B	1 adult
Morula granulata (Duclos, 1832)	Recent (Fiji)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 20C	1 adult
Morula angulata (Sowerby, 1893)	Recent (Mauritius)	Houart (*Novapex*, 2002b)	Fig. A	1 adult
Morula echinata (Reeve, 1846)	Recent (Guam)	Houart (*Novapex*, 2002b)	Fig. B	1 adult
Morula albinigra Houart 2002	Recent (Guam)	this paper	Fig. 1A	1 adult
Morula nodicostata (Pease, 1868)	Recent (Tahiti)	this paper	Fig. 1B	1 adult
Morula cernohorskyi (Houart & Tröndle, 1997)	Recent (Tuamotu)	this paper	Fig. 1C	1 adult
Morula parva (Reeve, 1846)	Recent (Indonesia)	this paper	Fig. 1D	1 adult

TAXA	RANGE	AUTHORS (REVIEW)	FIGURES	OBSERVATIONS
Morula variabilis (Pease, 1868)	Recent (Tuamotu)	this paper	Fig. 1E	1 adult
Drupa morum (Röding, 1798)	Recent (Mariana Island)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 20D	1 adult
Drupina glossularia (Röding, 1798)	Recent (Fiji)	Merle (*Novapex*, 2001)	Fig. 20E	1 adult

Lavoro accettato il 28 agosto 2003

Bollettino Malacologico, Roma, **39** (9-12): 177-180, [2003] 2004 - Società Italiana di Malacologia

On the specific validity of *Chrysallida penchynati* (B.D.D., 1883) and description of *Chrysallida rinaldii* n. sp.

Pasquale Micali & Italo Nofroni

KEYWORDS: *Chrysallida rinaldii*, *Chrysallida penchynati*, *Chrysallida multicostata*, new species, lectotype, Mediterranean Sea, recent, marine.

ABSTRACT The validity of *Chrysallida penchynati* (B.D.D., 1883) as a species is confirmed based on the study of the type material. The lectotype for the species is designated. A new species, *Chrysallida rinaldii* n. sp., from Marettimo Island (Sicily) is described. The new species has a wide distribution along the Italian coasts. The presence of *Chrysallida multicostata* (Jeffreys, 1884) in the Mediterranean Sea is recorded for the first time.

RIASSUNTO Sulla base dello studio del materiale tipico, viene riconosciuta la validità specifica di *C. penchynati* (B.D.D., 1883) della quale viene designato un lectotipo, conservato nel MNHN, e proveniente dalla località tipo di Port Vendres (vicino a Perpignan, sud Francia). La nuova specie *Chrysallida rinaldii* n. sp. viene descritta per l'isola di Marettimo (Is. Egadi, Sicilia), ma risulta avere un'ampia distribuzione lungo le coste italiane. *C. rinaldii* è morfologicamente simile a *C. penchynati* e condivide, con molte altre specie mediterranee, la presenza di un cordone spirale soprasuturale nei giri intermedi e di due cordoni spirali nell'ultimo giro. *C. rinaldii* differisce tuttavia da *C. penchynati* per le seguenti caratteristiche: i) la protoconca è più piccola in *C. penchynati* (260 µm contro i 300 µm di *C. rinaldii)* e presenta un solo giro (in *C. rinaldii* sono 1,25); ii) in *C. penchynati* i giri sono piatti o solo leggermente convessi, mentre in *C. rinaldii* i giri sono marcatamente convessi; iii) in *C. penchynati* le coste formano uno spigolo appena accennato in corrispondenza della sutura adapicale; iv) in *C. penchynati* le coste sono ortocline, meno numerose (20-22 sull'ultimo giro contro le 22-32 della nuova specie) e si estendono oltre la base; v) in *C. penchynati* i cordoni spirali sono più distanti e gli interspazi non presentano strie spirali. Viene inoltre segnalato il primo ritrovamento di *Chrysallida multicostata* (Jeffreys, 1884) in Mar Mediterraneo, limitatamente al Mare di Alboran. Precedentemente la specie era nota solo per la Mauritania ed il nord della Spagna. *C. multicostata* differisce da *C. interstincta* per le sue maggiori dimensioni (fino a 3 mm), un profilo grossolanamente conico ed un più alto numero di coste (30/40), che sono flessuose (con la forma di una "S" rovesciata) ed opistocline. Negli esemplari molto freschi la superficie della conchiglia è leggermente iridescente. Tutte queste caratteristiche differenziano anche *C. multicostata* da *C. rinaldii*.

P. Micali, via Papiria, 17 - 61032 Fano (PU), Italy. E-mail: lino.micali@virgilio.it
I. Nofroni, via B. Croce, 97 - 00142 Roma, Italy. E-mail: italo.nofroni@uniroma1.it

INTRODUCTION

Considerable progress has been made in the study of Mediterranean Pyramidellidae thanks to contributions from several European malacologists, especially in the last twenty years. The genus *Chrysallida* Carpenter, 1857 has been revised by Aartsen (1977), who included in this genus some groups of species that have been subsequently moved to more appropriate genera, like *Folinella* Dall & Bartsch, 1904, *Tragula* Monterosato, 1884 and *Odostomella* B.D.D., 1884. Other works, dealing mainly with Eastern Atlantic Chrysallidinae were: Aartsen & Carrozza (1979, 1983), Amati (1986), Aartsen, Barash & Carrozza (1989), Warén (1991, 1993), Aartsen & Giannuzzi Savelli (1991), Linden & Eikenboom (1992), Gaglini (1992), Micali, Nofroni & Aartsen (1993), Nofroni & Schander (1994), Schander (1994), Buzzurro & Nofroni (1995), Nofroni & Tringali (1995), Peñas, Templado & martinez (1996), Aartsen & Menkhorst (1996). The works of Peñas & Rolan (1998, 1999) and Aartsen *et al.* (2000) dealt with species from West Africa, that have often important correlations with Mediterranean counterparts.

Thanks to these contributions the identification of the Mediterranean species of *Chrysallida* is now easier. Exceptions are among the species with only two spiral ridges on the last whorl. This latter group includes well defined and easily identified species such as *C. emaciata* (Brusina, 1866), *C. flexuosa* (Monterosato, 1874), *C. moolenbeeki* Amati, 1987, *C. brattstroemi* Warén, 1991, but also some forms that may be interpreted as either phenotypes of *C. interstincta* (J. Adams, 1797) or valid species. The aim of the present work is to shed some light on this topic, by examining the type material of *Chrysallida penchynati* (B.D.D., 1883) and describing *Chrysallida rinaldii* n. sp. The binomen *C. interstincta* (J. Adams, 1797) is preferred to *C. obtusa* (Brown, 1827) as proposed by Warén (1991).

ABBREVIATIONS

MNHN: Museum National d'Histoire Naturelle, Paris (France)
ZMR: Zoological Museum, Rome (Italy)
NHML: Natural History Museum, London (GB)
SMNH: Swedish Museum of Natural History, Stockholm (Sweden)
APC: collection of A. Peñas, Vilanova I la Geltrù (Spain)
ERC: collection of E. Rinaldi, Forlì (Italy)
FSC: collection of F. Swinnen, Lommel (Belgium)
GTC: collection of L. Giunchi & M. Tisselli, S. Zaccaria (Ravenna, Italy)
INC: collection of I. Nofroni, Rome (Italy)
PMC: collection of P. Micali, Fano (Italy)
GFC: collection of G. Fasulo, Napoli (Italy)
PQC: collection of P. Quadri, Milan (Italy)
GBC: collection of G. Buzzurro, Monza (Italy)
h/D: height/diameter ratio of the shell
sh/s: shell/s

SYSTEMATICS

Order HETEROSTROPHA

Superfamily PYRAMIDELLOIDEA
family PYRAMIDELLIDAE
subfamily Chrysallidinae

Chrysallida penchynati (B.D.D., 1883)

Material examined

Type material: the lectotype here selected (MNHN, not figured); two possible syntypes (ZMR nos. 23842, 23873).

Other material: Camogli (Genova), -42 m, 2 shs. (PMC); Portovenere (La Spezia), -15/25 m, 5 shs. (INC and PMC); Maddalena Island (Sardinia), -80 m, 1 sh. (INC); Giannutri Island (Tuscan Archipelago), -47 m, 43 shs. (INC); Giglio Island (Tuscan Archipelago), -27 m, 11 shs. (INC); Is. Ventotene (Lazio) -32 m, 1 sh. (PMC); Gulf of Naples -80 m, 5 shs. (PMC); Isola Bella (Mazzarò, Messina) –32 m, 14 shs. (PMC); Capo Zafferano (Palermo), -35 m, 2 shs. (INC).

Remarks

AARTSEN (1977) examined some samples of *C. penchynati* in Dautzenberg's collection (Brussels) and stated: "*I am inclined to think that this is no more than a form of C. obtusa (Brown), which is a very variable species*". This opinion was shared by SABELLI *et al.* (1990), while other Authors like LINDEN & EIKENBOOM (1992) and PEÑAS, TEMPLADO & MARTINEZ (1996) considered *C. penchynati* as a valid species.

A syntype from Port Vendres (France) is stored in the MNHN with two labels handwritten by Philippe Dautzenberg. A third label, added more recently, bears the note "*SYNTYPE Fig.*". This specimen fits exactly the original description and drawing, and interpretation of this species given by LINDEN & EIKENBOOM (1992) and PEÑAS, TEMPLADO & MARTINEZ (1996).

In the Monterosato collection (ZMR) there are two vials, each containing a single specimen. Both vials have original handwritten label by Dautzenberg. One of these possible syntypes (n° 23842) is certainly conspecific with the syntype preserved at MNHN and there are no doubts on its identification. The second specimen (n° 23873) was described and figured by GAGLINI (1992) who considered it as a juvenile of *C. interstincta* and we agree on this interpretation.

Since the original material consists of two distinct species we consider it is opportune to select a lectotype to define the species identity. Therefore we designate the syntype stored in the MNHN as the lectotype and Port Vendres (near Perpignan, Southern France) as the type locality.

Chrysallida penchynati is similar to *C. interstincta*, but differs in some main morphological features. In *C. penchynati* the suture is incised, gradated, so that the profile appears turriculate and no whorl is wider than the start of the successive (as is found in some forms, mainly juveniles, of *C. interstincta*). The periphery is rounded, while in specimens of *C. interstincta* of the same size the periphery is angulated, an indication that they are immature specimens. *Chrysallida penchynati* has a columellar plica while *C. interstincta* has a columellar tooth. In *C. penchynati* the costae extend over the base, while in *C. interstincta* they stop at the periphery.

The protoconch of *C. penchynati* is elevated, rounded and without any sign of ombelicus, while in *C. interstincta* it is almost flat and slightly umbilicated. The protoconch of *C. penchynati* has a width of 260 µm, while in *C. interstincta* it measures about 300 µm. In the lectotype of *C. interstincta* figured by WARÉN (1991), the protoconch diameter is estimated to be about 300 µm, and this is the normal dimension for Mediterranean specimens. FRETTER *et al.* (1986) indicate a diameter of 200-250 µm for specimens from Kattegat (between Denmark and Sweden), while in PEÑAS & ROLAN (1998) a specimen from Ghana is figured whose protoconch diameter is estimated to be about 350 µm.

Chrysallida rinaldii n. sp.

Type material

Holotype (height mm 1.27): it is deposited in the malacological collection of the ZMR.

Paratypes: 1 sh. from type locality (MNHN); 1 sh. from type locality (NHML); 1 sh. from type locality (SMNH); 20 shs. from type locality (1 sh. PMC, 17 shs. INC, 1 sh. APC, 1 sh. GBC); 17 shs. from the Sicily Channel -70/150 m, maximum height 2.0 mm (12 shs. GTC, 4 shs. PMC, 1 sh. FSC); 12 shs. from Capraia Island (Tuscan Archipelago, Tyrrhenian Sea) -150 m, maximum height 1.37 mm (5 shs. ERC, 5 shs. PMC, 1 sh. INC, 1 sh. PQC); 1 sh. from Gulf of Naples -180 m, height 1.25 mm (PMC); 1 sh. from Gulf of Naples, Banco di mezzo, Stn. B52, -134 m (GFC); 1 sh. from Nerano (SA), – 50/55 m (GFC); 1 sh. from Central Adriatic Sea, - 90 m, height 1.37 mm (PMC).

Type locality and distribution

Type locality is designed Marettimo Island (Egadi Islands, Sicily, Italy). Shells have been found in samples of bioclastic sands collected at a depth of about 80-100 m. The new species appears widely distributed along the Italian coasts at a depth greater than 50 m.

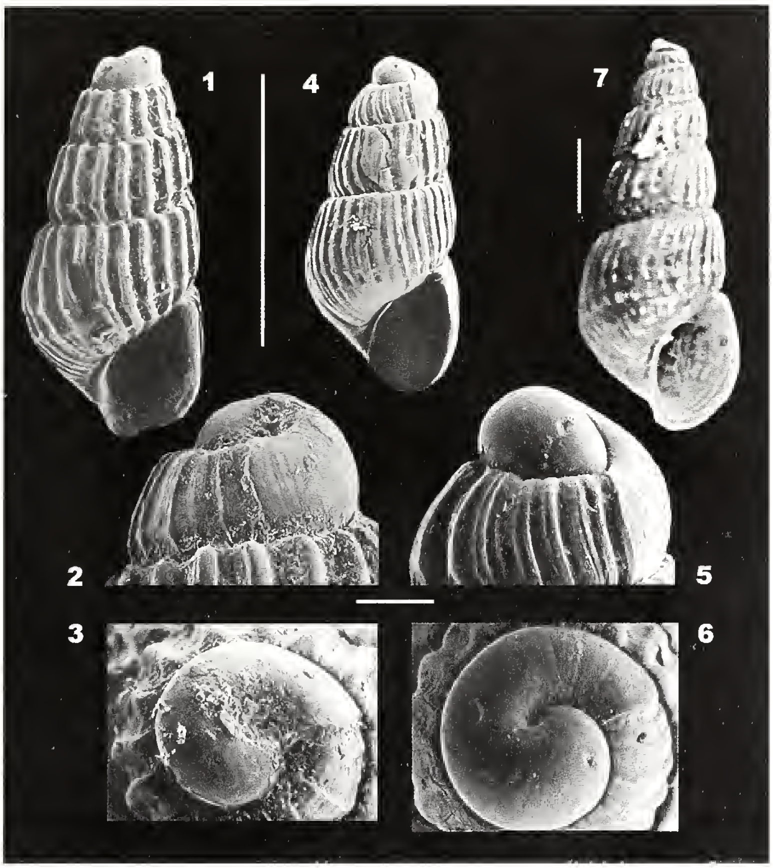
Derivatio nominis

This species is named after Emidio Rinaldi (Forlì) in appreciation of his studies on the Adriatic malacofauna.

Description

The shell is of small size, pupoid and glossy. The protoconch is smooth, heterostrophic, with about 1.25 whorls, immerged in the teleoconch with an angle of about 135°. The protoconch diameter measures about 300 µm. The teleoconch has about 3 whorls, rather convex, separated by deep sutures, undulated by the margin of the costae. On the last whorl there are 22 to 32 costae, larger than the interspaces, slightly prosocline, straight or gently curved. In the interstices of the upper whorls there is a spiral ridge positioned just above the abapical suture, visible within the interspaces. The last whorl shows two spiral ridges, one at the suture and one just above. Costae extend over the base, where they became flattened, thinner and closer. At high magnification a spiral striature may be observed in the interspaces.

The last whorl occupies about 54% of the shell height and the aperture about 38%. The aperture is ear-shaped. The outer lip arises at the lower spiral ridge almost perpendicular to surface, then straightens to continue the profile of the spire. Below it is regularly



Figs 1-3 *Chrysallida penchynati* (B.D.D., 1883), Giannutri Island (Gr), - 47 m depth. Figs 4-6 *Chrysallida rinaldi* n. sp., holotype, type locality. Fig. 7 *Chrysallida multicostata* (Jeffreys, 1884), West Sahara, - 35 m depth. Scale bars: 1 mm (1, 4, 7) and 100 µm (2, 3, 5, 6).

Figg. 1-3 *Chrysallida penchynati* (B.D.D., 1883), Giannutri Island (Gr), 47 m di profondità. Figg. 4-6 *Chrysallida rinaldi* n. sp., olotipo dalla località tipo. Fig. 7 *Chrysallida multicostata* (Jeffreys, 1884), Sahara Occidentale, 35 m di profondità. Scala di riferimento: 1 mm (1, 4, 7) e 100 µm (2, 3, 5, 6).

curved and forms a right angle with the columellar lip. The parietal wall is covered by a thin callus. The columellar lip is arched with a slight thickening deep inside the throat, difficult to observe.
Dimensions: height 1.2 to 1.4 mm, width 0.55 to 0.65 mm, h/D about 2.15. Holotype: height 1.27 mm, width 0.59 mm.

Remarks

The species morphologically closest to *C. rinaldii* is *C. penchynati.* However, the sculpture of C. rinaldii (one spiral ridge on the upper whorls and two on the last whorl) is common to many other Mediterranean *Chrysallida*.
Chrysallida clathrata (Jeffreys, 1848) has one spiral ridge located in the middle of the whorl, while in *C. rinaldii* the ridge is located just above the abapical suture; *rinaldii* is furthermore of lesser size.
Chrysallida dollfusi (Kobelt, 1903) is a larger species: a specimen with three teleoconch whorls is approx. 1.9 mm high and 1 mm wide, while *C. rinaldii* is only 1.37 mm high and 0.6 mm wide. In addition protoconch is larger: 350 µm against 300 µm and profile is conical instead of pupoid.
Chrysallida emaciata (Brusina, 1866) has larger interspaces, about twice the costae, less numerous costae (approx. 20-22), deeper sutures, more convex whorls and a flatter protoconch.
Chrysallida flexuosa (Monterosato, 1874) has a much larger protoconch (375 µm against 300 µm), a truncated apex, flexuous costae which are fewer in number (18-20 against 22-32), flat whorls and has an umbilical chink.
Chrysallida intermixta (Monterosato, 1884) has larger interstices, about double of the costae, less costae (16-22 against 22-32), a more truncated profile and a smaller protoconch (250 µm against 300 µm).
We consider *Chrysallida limitum* (Brusina, 1876) as a possible form of *C. interstincta* endemic to the eastern Mediterranean Sea. However, *C. limitum* has more robust costae, fewer in number, a flat-concave whorl profile and is turriculated.
Chrysallida monterosatii (Clessin, 1900) has a conical-truncated profile with superficial sutures, the initial teleoconch whorls (one or two) are smooth or with obsolete costae. The protoconch is less prominent and the columellar fold is stronger.
Chrysallida moolenbeeki (Amati, 1987) has a very characteristic protoconch with four spiral ridges.
Chrysallida suturalis (Philippi, 1844) is conical in shape with a blunt apex, the sutures are less marked, the whorls flat or only slightly convex. H/D ratio ranges between 2.8 and 3.5. The protoconch is smaller (250 µm against 300 µm) and the apex is more truncated.
Chrysallida interstincta (J. Adams, 1797) is a polymorphic species with wide geographical and ecological ranges (from tide pools to bathyal mud) and many phenotypes. A form similar to *C. rinaldii* lives in relatively deep waters (100/200 m); about fifty shells have been examined from the Bonifacio Strait (between Sardinia and Corsica), the Adriatic Sea and the Eastern Sicily. As is normally the case when many individuals are examined there are shells with intermediate characteristics between this and the littoral form. Shells from the Central Adriatic Sea are the most similar to *C. rinaldii*, therefore the comparison has been made with specimens of *C. interstincta* found together with *C. rinaldii* in the Central Adriatic Sea (from a depth of around -90 m). *Chrysallida interstincta* differs from *C. rinaldii* in the following characteristics:
- the shell is conical with a blunt apex, more angulated base and h/D ratio of 1.75 vs. 2.15 for *C. rinaldii;*
- the protoconch is of the same diameter (300 µm) but wide and blunt, forming an angle of about 160° with the teleoconch axis, while for *C. rinaldii* the protoconch is more elevated and more tightly twisted, giving a pointed appearance to the shell;
- the costae end at the periphery while in *C. rinaldii* they extend over the base;
- the columellar lip is prominent, covering the umbilical groove, while in *C. rinaldii* there is no umbilical groove;
- there is a columellar tooth instead of plica.

Chrysallida penchynati differs from *C. rinaldii* due to the following characteristics:
- the protoconch is smaller (260 µm against 300 µm) with only one whorl instead of 1,25 whorls;
- the whorls are flat or slightly convex, while in *C. rinaldii* the whorls are well convex;

- the costae are slightly shouldered at the adapical suture;
- the costae are orthocline, less numerous (20-22 on the last whorl) and extend over the base;
- the spiral ridges are more distant and the interspaces do not have spiral striae.

Another species to compare with *C. rinaldii* is *C. multicostata* (Jeffreys, 1884). Type material of *C. multicostata* has not been found in Jeffreys's collection (Warén 1980: 38). Aartsen *et al.* (2000: 29, 30; fig. 34) designated as neotype a shell from Ria de Arousa (N of Vigo, Spain). This locality is not very far from Cabo de Sagres (West of Lagos, Portugal), which is the original type locality.

We report the presence of this species in the Alboran Sea for the first time, based on 1 sh. (1.5 mm) collected between Estepona (Spain) and Tetuan (Maroc), -25/35 m (INC) and 1 sh. (1.9 mm) from Calaburras (Malaga, Spain) at undetermined depth (INC). A shell from West Sahara, - 35 m depth (3.6 mm length) is here figured for comparison.

According to the previous and the new records this species seems to be distributed from Mauritania to northern Spain, with the Mediterranean presence limited to the Alboran Sea.

Chrysallida multicostata differs from *C. interstincta* due to its larger size (up to 3 mm), more broadly conical form and higher number (30/40) of ribs, which are opisthocline and flexuous (reversed-S shaped). In very fresh specimens the shell surface is slightly iridescent. All these characteristics also differentiate *C. multicostata* from *C. rinaldii.*

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Virginie Heros (MNHN) and Vincenzo Vomero (ZMR) for the study of type material of *Chrysallida penchynati*, to Marco Oliverio for the SEM photographs, and to all our friends who made available their material.

REFERENCES

Aartsen J. J. van, 1977. European Pyramidellidae: 1. *Chrysallida*. *Conchiglie*, Milano, 13(3-4): 49-64.

Aartsen J. J. van & Carrozza F., 1979. *Chrysallida fischeri* (Hornung & Mermod, 1925): a Red Sea species found at the Israeli Mediterranean coast. *Bollettino Malacologico*, Milano, 15(1-2): 29-30.

Aartsen J.J. van & Carrozza F., 1983. Two more Red Sea species recorded for the first ytime from the Mediterranean coast of Israel. *Bollettino Malacologico*, Milano, 19(1-4): 37-40.

Aartsen J. J. van, Barash. A. & Carrozza F., 1989. Addition to the knowledge of the Mediterranean mollusca of Israel and Sinai. *Bollettino Malacologico*, Milano, 25(1-4): 63-76.

Aartsen J. J. van & Giannuzzi-Savelli R., 1991. New names for well-known European Marine Mollusca. *Bollettino Malacologico*, Milano, 27(1-4): 1-8.

Aartsen J. J. van, Gittenberger E. & Goud J., 2000. Pyramidellidae (Mollusca, Gastropoda, Heterobranchia) collected during the Dutch CANCAP and MAURITANIA expeditions in the south-eastern part of the North Atlantic Ocean (part 2). *Zoolgische Verhandelingen*, Leiden, 74(1): 1-50.

Aartsen J. J. van & Menkhorst H. P. M. G., 1996. Nordsieck's Pyramidellidae (Gastropoda Prosobranchia): a revision of the types. Part 1: The genera *Chrysallida*, *Ondina* (s. n. *Evalea*) and *Menestho*. *Basteria*, Leiden, 60: 45-56.

Amati B., 1986. Sulla paternità di *Chrysallida sigmoidea* (Gastropoda; Pyramidellidae). *Notiziario CISMA*, Roma, 7/8: 64-66.

Bucquoy E., Dautzenberg P. & Dollfus G., 1882-1886. *Les mollusques marins du Roussillon*. Paris, 1(1882-1886): 570pp., 66 pl.; 2 (1887-1898): 884pp., 99 pl.

Buzzurro G. & Nofroni I., 1995. Sull'identità di *Pyrgulina pirinthella* Melvill, 1910 (Heterobranchia: Heterostropha). *Notiziario CISMA*, Roma, 16 (1994): 41-43.

Fretter W., Graham A. & Andrews E., 1986. The Prosobranch Molluscs of Britain and Denmark. Part 9. – Pyramidellacea. *Journal of Molluscan Studies*, London, Suppl. 16: 555-649.

Gaglini A., 1992. Terze spigolature. Monterosatiane. *Argonauta*, Roma, 7(1991): 125-180.

International Commission Of Zoological Nomenclature, 1999. *International Code of Zoological Nomenclature.* Fourth Edition. London, XXIX + 306 pp.

Jeffreys J. G., 1884. On the Mollusca procured during the "Lightning" and "Porcupine" Expeditions, 1868-1870. VIII. *Proceedings of the Zoological Society of London*, London, 341-372.

Linden J. van der & Eikenboom J. C. A., 1992. On the taxonomy of the recent species of the genus *Chrysallida* Carpenter from Europe, the Canary Island and the Azores (Gastropoda, Pyramidellidae). *Basteria*, Leiden, 56: 3-63.

Micali P., Nofroni I.& Aartsen J.J. van, 1993. Addition to the knowledge of the European *Chrysallida* species, with notes on a recent work by Van der Linden & Eikenboom (Gastropoda, Opisthobranchia). *Basteria*, Leiden, 57(4-6): 147-154.

Nofroni I. & Schander C., 1994. Description of three new species of Pyramidellidae (Gastropoda, Heterobranchia) from West Africa. *Notiziario CISMA*, Roma, 15(1993): 1-10.

Nofroni I. & Tringali L., 1995. Random notes on Eastern Atlantic, Mediterranean and Lessepsian Pyramidellidae (Gastropoda, Pyramidelloidea). *Notiziario CISMA*, Roma, 17: 21-49.

Peñas A., Templado J. & Martínez J. L., 1996. Contribucíon al conocimiento de los Pyramidelloidea (Gastropoda: Heterostropha) del Mediterráneo español. *Iberus*, Gijón, 14(1):1-82.

Sabelli B., Giannuzzi-Savelli R. & Bedulli D., 1990. Catalogo annotato dei Molluschi Marini del Mediterraneo. Vol. 1. *Libreria Naturalistica Bolognese*, Bologna, 348 pp.

Schander C., 1994. Twenty-eight new species of Pyramidellidae (Gastropoda, Heterobranchia) from West Africa. *Notiziario CISMA*, Roma, 15(1993): 11-78.

Warén A., 1980. Marine Mollusca described by John Gwyn Jeffreys, with the location of the type material. *Conchological Society of Great Britain and Ireland.* Special pubblication n° 1: 1-60.

Warén A., 1991. New and little known mollusca from Iceland and Scandinavia. *Sarsia*, Bergen, 76: 53-124.

Warén A., 1993. New and little known mollusca from Iceland and Scandinavia. Part 2. *Sarsia*, Bergen, 78: 159-201.

Lavoro accettato il 12 dicembre 2002

Prima segnalazione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) per il Lago di Garda (provincia di Brescia) (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae)

Gianbattista Nardi & Antonio Braccia

KEYWORDS: Bivalvia, Corbiculidae, *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774), lago di Garda, provincia di Brescia.

ABSTRACT The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774), recently reported in Italy from the Po and Brenta Rivers (Fabbri & Landi, 1999), was found to live, on February 2002, also in the Garda Lake (Manerba del Garda, Brescia province, North Italy). The species dwells into the shallow (30 cm to 1.5 metres) sandy gravel bottoms of the lake, where it can reach a maximum density value of about 50 specimens/m2. The average recorded size is of 20 mm in length, 19 mm in height and 13 mm of width (n = 100); the maximum recorded size is of 24 mm in length, 22 mm in height and 19 mm of width. The causes of the introduction of C. fluminea in the lake's waters are still not known. However, since it was found close to a site of intense human activities, where boats are lowered, it could have been passively introduced through this way. Moreover, the great part of turists coming at the Garda Lake is from North Europe, an area where the species is well established. In a future, if the species will undergo a demographic burst, this could threaten the autochtonous fauna, as already happened in the same lake, at the end of the '60s, when the bivalve *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1754) was accidentally introduced.

RIASSUNTO Il mollusco di origine asiatica *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774), già segnalato in Italia per i fiumi Po e Brenta (Fabbri & Landi, 1999), è stato raccolto vivente per la prima volta nelle acque del lago di Garda. Sino ad oggi sembra aver colonizzato solo un modesto tratto di costa nel comune di Manerba del Garda (provincia di Brescia). Vengono registrate le misure medie e massime raggiunte dagli esemplari studiati e la densità massima stimata per la nuova stazione. Vengono ipotizzate le possibili cause della improvvisa comparsa del nuovo ospite e si sottolinea il rischio di una futura esplosione demografica che potrebbe mettere a repentaglio gli equilibri del bacino e minacciare la fauna autoctona.

G. Nardi. Via Tracconaglia, 11. 25016 Ghedi (Brescia).
A. Braccia. Via Ischia, 19. 25100 Brescia.

INTRODUZIONE

Nella prima settimana di febbraio 2002 è stato sottoposto all'esame degli autori un guscio di bivalve, raccolto spiaggiato sulla costa sud-occidentale del lago di Garda, dalle caratteristiche assai insolite per la fauna malacologica nota per questo bacino. La conchiglia, infatti, si presentava di forma equivalve, a valve ovalari, rigonfie e massicce, con scultura composta da profonde strie d'accrescimento concentriche e con periostraco di colore bruno scuro (Fig. 1). Le ricerche bibliografiche hanno ben presto ricondotto l'esemplare alla specie *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774). Questo mollusco, originario del sud-est asiatico e presente in tutto il continente americano, nelle Isole Hawaii e in molti stati europei (Ellis, 1978; Mcmahon, 1983; Mienis, 1991: Stites *et al.*, 1995; Swinnen *et al.*, 1998, Turner *et al.*, 1998; Vaate *et al.*, 1990), è stato recentemente segnalato anche in Italia, per alcuni tratti dei fiumi Po e Brenta (Fabbri & Landi, 1999). Dalla simile *Corbicula fluminalis* (O.F. Müller, 1774), diffusa in Africa nord-orientale, Siria, Asia minore, Iran, Afghanistan, Belucistan e Kashmir, essa si distingue piuttosto agevolmente per le coste concentriche d'accrescimento che sono assai più rilevate e spaziate e per i denti laterali della cerniera (sia anteriori che posteriori) più massicci. In seguito a tale ritrovamento è stata organizzata un'escursione in loco al fine di stabilire la sicura presenza di esemplari viventi e la reale distribuzione del nuovo ospite nel principale lago italiano.

RISULTATI

Il 9 febbraio 2002 gli autori hanno visitato la spiaggia immediatamente a nord della località Punta del Rio, nella frazione Pieve Vecchia del comune di Manerba del Garda, in provincia di Brescia (foglio I.G.M.I.: 48 IV SO, Manerba del Garda; dati UTM: 32TPR2147) (Fig. 2). La specie è stata raccolta vivente su fondale sabbioso, frammista a ciotoli pietrosi, a bassa profondità (da 30 cm a 1,5 metri) in un tratto di costa modesto (circa 200 metri in tutto). Temperatura dell'acqua di 7,3 °C. La popolazione più cospicua (circa 50 esemplari per metro quadrato, in superficie) è stata censita per l'area compresa tra lo scivolo in cemento, per l'alaggio delle imbarcazioni, al termine di via Repubblica ed il pontile immediatamente a nord. Proseguendo ulteriormente a nord (in direzione della località Romantica) così come a sud dello scivolo (verso la Punta del Rio) sono stati raccolti dapprima esemplari giovanili (dimensioni inferiori al centimetro), per poi assistere alla graduale scomparsa della specie. Ricerche nei vicini comuni di Moniga del Garda (Brescia) e San Felice del Benaco (Brescia) non hanno dato per ora alcun risultato. Su cento esemplari adulti raccolti riportiamo di seguito le misure medie: lunghezza mm 20, altezza mm 19, spessore mm 13; nicchio con misure massime: lunghezza mm 24, altezza mm 22 e spessore mm 16. Gli esemplari bresciani potrebbero non essersi ancora completamente sviluppati visto e considerato che quelli rinvenuti viventi in Emilia Romagna (Fabbri & Landi, 1999) hanno dimensioni decisamente maggiori. I campioni rac-



Fig. 1. Esemplari di *Corbicula fulminea* (Müller, 1774) raccolti immediatamente a nord della località Punta del Rio, frazione Pieve Vecchia, comune di Manerba del Garda, provincia di Brescia, nel febbraio 2002.
Fig. 1. *Corbicula fulminea* (Müller, 1774) specimens collected north to Punta del Rio site, (Pieve Vecchia, Manerba del Garda, Brescia) on February 2002.

colti a Manerba del Garda (Brescia) sono stati in parte depositati presso il Museo di Scienze Naturali di Brescia, in parte posti nelle collezioni private degli autori. La malacofauna associata a *Corbicula fluminea* vivente nella stazione bresciana era composta da: *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758), *Viviparus ater* (De Cristofori & Jan, 1832), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758), *Pyrgula annulata* (Linnaeus, 1767), *Valvata piscinalis* (Müller, 1774), *Physa acuta* Draparnaud, 1805, *Radix peregra* (O.F. Müller, 1774), *Anisus vortex* (Linnaeus, 1758), *Gyraulus albus* (O.F. Müller, 1774), *Acroloxus lacustris* (Linnaeus, 1758), *Unio mancus* Lamarck, 1819, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1754), *Pisidium amnicum* (O.F. Müller, 1774), *Pisidium casertanum* (Poli, 1791), *Pisidium henslowanum* (Sheppard, 1825).

DISCUSSIONE

Circa le possibili cause dell'improvvisa comparsa di questo mollusco, nelle acque del lago di Garda, la più verosimile sembrerebbe essere l'introduzione passiva per opera dell'uomo, in base a due riflessioni: innanzi tutto il bivalve è stato censito nei pressi di uno scivolo in cemento per lo scarico ed il recupero delle barche. Inoltre l'area studiata è frequentata, nel periodo estivo, da un enorme numero di turisti stranieri (principalmente tedeschi, olandesi e belgi), i quali trasferiscono sul lago di Garda natanti di ogni genere. Non è impossibile pensare, a questo punto, che la specie sia stata accidentalmente trasportata dal centro o dal nord Europa, dove si è da tempo insediata, tra i detriti di barche o carrelli per il trasporto delle stesse. *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) ha già causato notevoli danni nei paesi dove si è acclimatata, sia economici (ostruzione di canali irrigui, di drenaggio, scarichi civili e industriali) sia ambientali (alterazione di equilibri chimico-fisici dei bacini invasi, sostituzione della fauna autoctona). Un'eventuale esplosione demografica nel Benaco potrebbe mettere in serio pericolo la fauna malacologica nostrana. Lo stesso bacino, del resto, è già stato teatro di un simile evento alla fine degli anni sessanta: nel 1969 veniva segnalata per la prima volta la presenza del mollusco bivalve *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1754); oggi, nel Lago di Garda meridionale, non è possibile trovare un solo metro di substrato solido che non sia colonizzato da migliaia di esemplari di questa specie.

CONCLUSIONI

Allo stato attuale delle conoscenze (Bedulli *et al.*, 1995; Castagnolo *et al.*, 1980; Fabbri & Landi, 1999; Manganelli *et al.*, 1998; Manganelli *et al.*, 2000), *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) risulta vivere in Italia nelle seguenti aree (Fig. 3): corso del fiume Po (provincia di Reggio Emilia, provincia di Mantova, provincia di Ferrara, provincia di Rovigo); corso del fiume Brenta (provin-

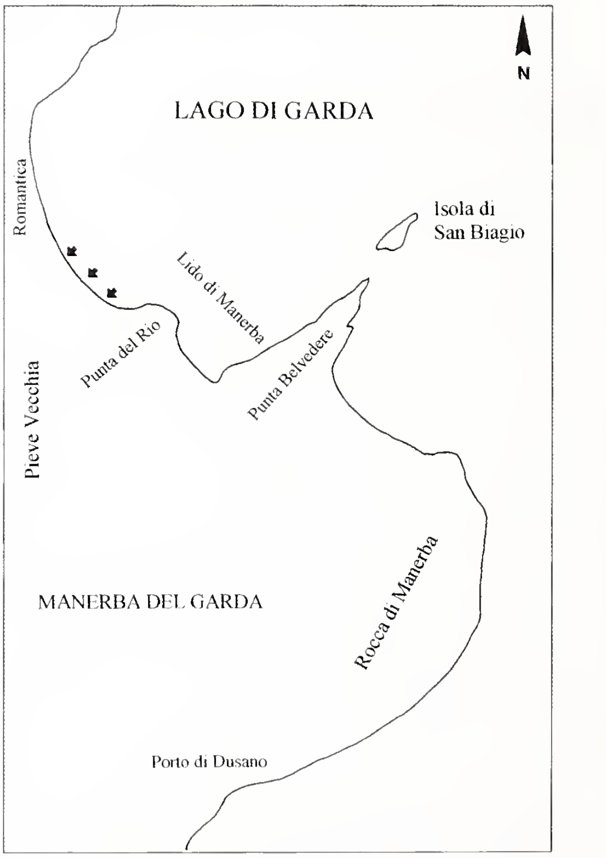


Fig. 2. Distribuzione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) nel lago di Garda sud-occidentale.
Fig. 2. Distribution of *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in the Garda Lake.

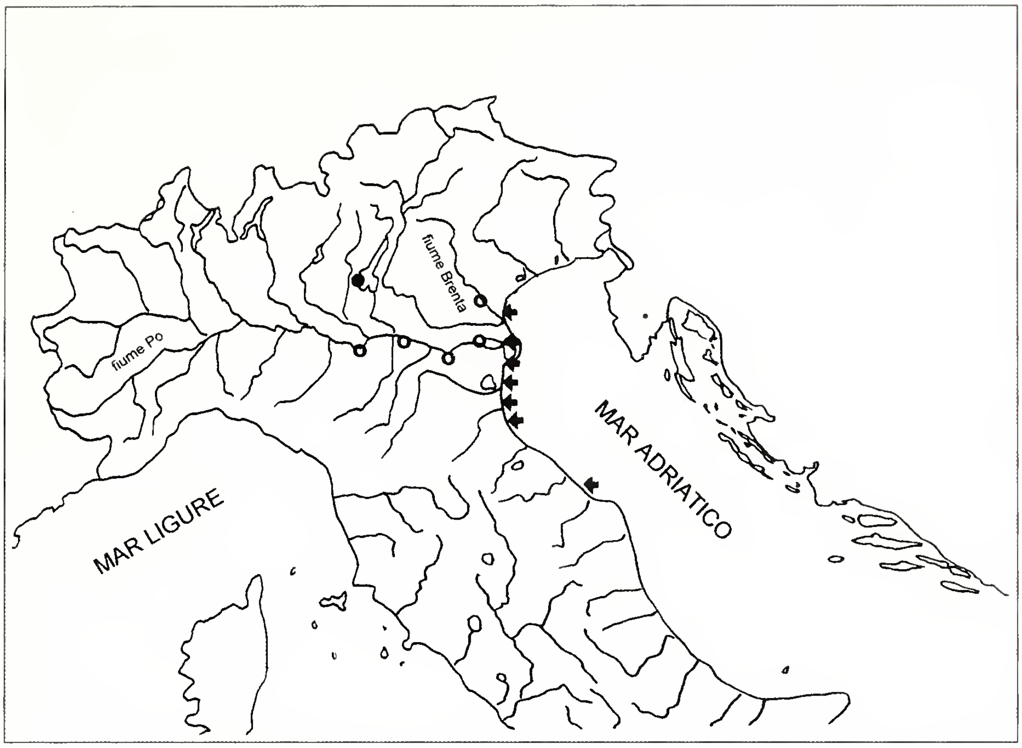


Fig. 3. Distribuzione di *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Italia: vivente (o), nuova stazione nel Lago di Garda SW (•), spiaggiata (<—).
Fig. 3. Distribution of *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Italy: living (o), new record SW Garda Lake (•), beached (<—).

cia di Padova, provincia di Venezia); bacino del lago di Garda (provincia di Brescia).
Esemplari spiaggiati sono stati inoltre rinvenuti lungo la costa adriatica occidentale, dal Veneto sino alle Marche (Solustri, in litteris, segnala esemplari raccolti a Senigallia, Ancona). Esiste tuttavia un'ulteriore segnalazione bibliografica per il territorio italiano (Mienis, 1991): nella collezione malacologica Giorgio S. Coen, conservata presso la Hebrew Univetsity di Gerusalemme (Israele), è infatti presente un esemplare singolo raccolto a Trapani (Sicilia) dallo stesso Coen e determinato come *"Corbicula drepanensis"* (cartellino originale n. 11193; cartellino HUJ n. 40261). Gli incompleti dati di raccolta (luogo preciso e data) e l'assenza di ulteriori e più recenti ritrovamenti siciliani ci suggeriscono di ritenere occasionale ed inspiegabile il rinvenimento di Coen, che già creò non pochi interrogativi allo stesso Mienis.
E' intenzione degli autori, in futuro, monitorare la popolazione di *Corbicula fluminea* del lago di Garda, per registrarne eventuali spostamenti, espansioni o regressi. E' nostra speranza che questa segnalazione rimanga isolata e che non rappresenti il presupposto per una nuova colonizzazione, da parte di una specie alloctona, delle acque del Benaco.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo la signora Lucia Fedele (Brescia) che ci ha consegnato il primo esemplare rinvenuto nel lago di Garda e l'amico Cristiano Solustri (Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima, CNR Ancona) per le notizie riguardanti la regione Marche. Un profondo ringraziamento lo dobbiamo al Prof. Lucio Castagnolo ed al Prof. Folco Giusti, dell'Università di Siena, per la rilettura del testo ed i preziosi consigli.

BIBLIOGRAFIA

Bedulli D., Castagnolo L., Ghisotti F. & Spada G., 1995. Bivalvia, Scaphopoda. In: Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (eds.). *Checklist delle specie della fauna italiana*. Calderini (Bologna), 17: 1-21.

Castagnolo L., Franchini D. & Giusti F., 1980. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 10. Bivalvi (Bivalvia)*. C.N.R., collana del progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'ambiente", AQ/1/49: 64 pp.

Ellis A.E., 1978. British Freshwaters Bivalve Mollusca. Keys and Notes for the Identification of the Species. In: Kermack D.M. (ed.). A *New Series Synopses of the British Fauna*. N. 11. Published for The Linnean Society of London by Academic Press, London, New York and San Francisco: 109 pp.

Fabbri R. & Landi L., 1999. Nuove segnalazioni di molluschi, crostacei e pesci esotici in Emilia-Romagna e prima segnalazione di *Corbicula fulminea* (O.F. Müller, 1774) in Italia (Mollusca Bivalvia, Crustacea Decapoda, Osteichthyes Cypriniformes). *Quad. Studi Nat. Romagna*, 12: 9-20.

Manganelli G., Bodon M., Favilli L., Castagnolo L. & Giusti F., 1998. Checklist delle specie della fauna d'Italia, molluschi terrestri e d'acqua dolce. Errata ed addenda, 1. *Bollettino Malacologico*, Roma, 33 (9-12): 151-156.

Manganelli G., Bodon M. & Giusti F., 2000. Checklist delle specie della fauna d'Italia, molluschi terrestri e d'acqua dolce. Errata ed addenda, 2. *Bollettino Malacologico*, Roma, 36 (5-8): 125-130.

McMahon R.F., 1983. Ecology of an invasive pest bivalve Corbicula. Pages 505-561 in W.D. Russell-Hunter, ed. *The Mollusca. Vol. 6. Ecology*. Academic Press, New York.

Mienis H.K., 1991. Some remarks concerning Asiatic clams invading Europe with a note on sample of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) from Trapani (Sicily). *Notiziario SIM*, 9 (8): 137-139.

Stites D.L., Benke A.C. & Gillespie D.M., 1995. Population dynamics, growth and production of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* in a blackwater river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52 (2): 425-437.

Swinnen F., Leynen M., Sablon R., Duvivier L. & Vanmaele R., 1998. The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Belgium. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de*

Belgique, Biologie, 68: 47-53.

TURNER H., KUIPER J.G.J., THEW N., BERNASCONI R., RUETSCHI J., WUTHRICHT M. & GROSTELI M., 1998. *Atlas der mollusken der Schweiz und Liechtensteins.* Centre Suisse de Cartographie de la Faune: 1-527.

VAATE A. BIJ DE & GREIJDANUS-KLAAS, 1990. The Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Pelecupoda, Corbiculidae), a new immigrant in the *Netherlands. Bull. Zool. Mus. Univ.* Amsterdam, 12 (12) : 173-177.

Lavoro accettato il 20 marzo 2003

The edible African giant snails : fertility of *Achatina achatina* (Linné, 1758), *Achatina fulica* (Bowdich,1820) and *Archachatina ventricosa* (Gould,1850) in humid forest; influence of animal density and photoperiod on the fertility in breeding

Atcho Otchoumou, Henri Dosso & Agathe Fantodji

KEYWORDS: Achatinidae, edibile African snails, Côte d'Ivoire, breeding.

ABSTRACT Breeds *Achatina achatina* (Linné), *Achatina fulica* (Bowdich) and *Archachatina ventricosa* (Gould) were collected in forests around Adzopé and Miadzin at 100 km in the North-east of Abidjan in Côte d'Ivoire. Their fertility was studied in forest by the method of release followed by the capture and the autopsy of uteruses. The influence of three densities (50 snails / mμ; 100 snails / mμ and 200 snails / mμ) and two photoperiods (12 hours daylight / 12 hours dark and 0 hours daylight / 24 hours dark) on the parameters of fertility was studied in breeding. In forest, the fertility obtained by *Achatina fulica* (Bowdich) is 50 % of ovigerous snails and 109 eggs per breeder; by *Achatina achatina* (Linné) , 42,25 % of ovigerous snails and 101 eggs per breeder and by *Archachatina ventricosa* (Gould), 17,08 % of ovigerous snails and 2 eggs per breeder. In breeding, the parameters of fertility decrease when the animal density increases. However the best parameters of fertility are obtained in the density of 50 snails / mμ with the photoperiod 12 hours daylight / 12 hours dark. In the aroused conditions, *Achatina fulica* (Bowdich) presented the best parameters of fertility, and was thus found to be the most prolific of the species.

RIASSUNTO In Africa occidentale, ed in particolare in Costa d'Avorio, i molluschi terrestri costituiscono una tradizionale risorsa alimentare, ricca di proteine. Le specie che più vengono utilizzate a scopo alimentare appartengono ai generi *Achatina* e *Archachatina*, presenti in tutte le zone ricche di foreste, dalla Guinea alla Nigeria. Purtroppo, a causa della distruzione progressiva del loro habitat naturale ad opera dell'uomo, unitamente all'intenso sfruttamento a scopo alimentare, alcune specie si sono estremamente rarefatte. Oggigiorno, lo sviluppo di nuove metodiche di allevamento delle specie si è ormai reso necessario al fine di mantenere disponibile questa fonte di proteine per la popolazione. Nel presente lavoro, per poter individuare quale delle specie disponibili nell'area fosse la più adatta ad essere allevata, sono state studiate *Achatina achatina* (Linné), *Achatina fulica* (Bowdich) ed *Archachatina ventricosa* (Gould). Molti esemplari delle tre specie sono stati raccolti nelle foreste intorno alle località di Adzopé e Miadzin, circa 100 Km a nord-est di Abidjan (Costa d'Avorio). Dopo la marcatura della conchiglia con vernice, gli esemplari sono stati rilasciati nel loro ambiente naturale per poi essere nuovamente ricatturati. La fertilità di questi esemplari è stata valutata attraverso lo studio delle gonadi. Su altri esemplari, mantenuti in cattività, è stata valutata l'influenza di tre diverse densità/m^2 (50, 100 e 200 molluschi/mμ) e due fotoperiodi (12 ore di luce/12 ore di buio e 24 ore di buio) sui parametri di fertilità. *A. fulica* è risultata essere la specie più prolifica sia in natura che negli esemplari allevati e viene quindi indicata come la più adatta ad essere allevata a scopo alimentare.

Department of Natural Sciences (UFR-SN), Biology and Animal cytology Laboratory, University of Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02.
Correspondence: Otchoumou A. 26 BP 623 Abidjan 26, E-mail: atcho@aviso.ci, Phone (225)21-24-43-33, Fax: (225)21-24-43-33.

INTRODUCTION

In West Africa, and particularly in Côte d'Ivoire, snails are traditionally consumed in the forest zone, where they are an important source of proteins (Beckett, 1944; Waitkuwait, 1987; Ba, 1994; Aboua et Boka, 1996; Otchoumou, 1997). These snails belong to two genera: the genus *Achatina* and the genus *Archachatina*. They can be found all over the West - African forested zone, from Guinea to Nigeria. Most often, consumed and/or marketed snails are collected in the wild during the rainy seasons. The destruction by man of their natural biotope, the dense forest, and the frequent collection lead to the scarcity of some species. Thus, the development of rearing methods became a necessity. A breeding operation should supply the needs in animal proteins, and provide financial incomes for the population. Several species are candidates for rearing. To choose the most interesting one for rearing, fertility is an important parameter. Thus in this paper, we studied the fertility of three species *Achatina achatina* (Linné), *Achatina fulica* (Bowdich) and *Archachatina ventricosa* (Gould), both in natural conditions(forest) and breeding conditions.

MATERIALS

The Snails Species

The snails used belonged to the *Achatina* genus, with the species *Achatina achatina* (Linné, 1758) and *Achatina fulica* (Bowdich,1820), and the *Archachatina* genus, with the species *Archachatina Ventricosa* (Gould,1850) (Fig. 1). The samples were collected in the humid half- deciduous forests, in the Eastern part of Côte d'Ivoire. The age of the subjects was 12 months, as estimated from curves of linear growth (Hodasi, 1979; Upatham *et al.* 1988).

The forest

This is a deciduous-forest (Aubreville, 1936; Mangenot *et al.*, 1948; Schnell, 1952), hereafter indicated as a humid dense half- deciduous forest. It is a forest of *Mapania sp.* (Cyperaceae) and *Diospyros sp.* (Ebenaceae). The characterizing species are:

-for spices: *Buforrestia mannii* (Commelinaceae); *Ctenitis variabilis* (Polypodiaceae); *Mapania baldwinii* (Cyperaceae); *Mapania coriandrum* (Cyperaceae); *Mapania linderi* (Cyperaceae); *Trichomanes guineense* (Hymenphyllaceae).

Achatina achatina(Linné,1758) *Achatina fulica(Bowdich,1820)* *Archachatina ventricosa(Gould,1850)*



Fig. 1: Presentation of the three species of snails. Fig. 1: Le tre specie di *Achatina* considerate nel presente lavoro

- for lianas: *Eremospatha hookeri* (Palmaceae); *Tetracera potatoria* (Dilleniaceae).
- for trees and herbs: *Diospyros gabunensis* (Ebenaceae); *Diospyros chevalieri* (Ebenaceae); *Drypetes aylmeri* (Euphorbiaceae); *Soyauxia floribunda* (Medusandraceae); *Cephaelis yapoensis* (Rubiaceae).

The Breeding Site

The site was installed in an old cocoa plantation, in the shade of cacao trees. It covered 100 m². In this site, containers were installed on shelves, which were one meter high.

The containers were wooden made. They were 0.60 m long, 0.50 m wide, and 0.30 m high. They were divided in the width side into two containers with a surface area of 0.15 m². One of the containers was covered with a black plastic film, in order to create total darkness inside, whereas the other one received daylight (Fig. 2 A). The litter of the breeding container is constituted by frank earth and by compost in the proportions of 2 / 1. The incubation containers were cylindrical Plexiglas boxes of 4.1 cm beam and 5.2 cm high, with a circular drilled lid of 4.1 cm beam (fig. 2 B). Egg laying nests with a diameter of 2 cm, and 3 cm deep, were made in the litter of the eggs incubation containers. Containers were cleaned every 4 days.

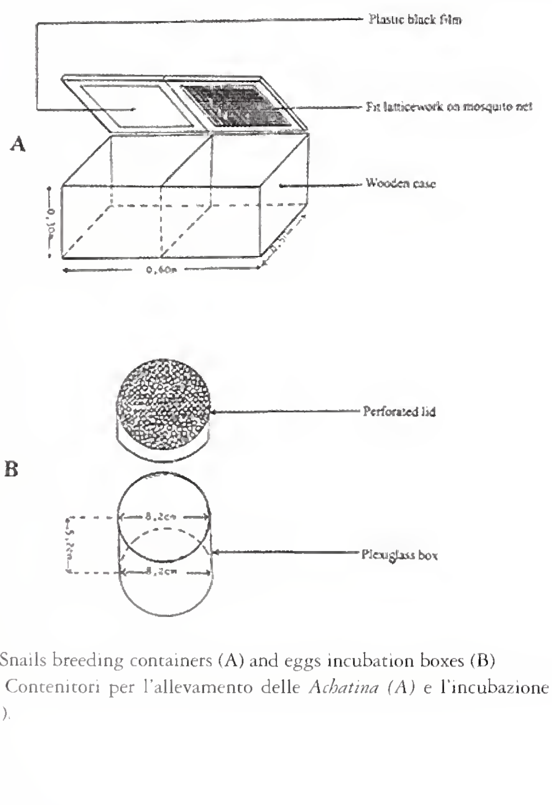


Fig. 2: Snails breeding containers (A) and eggs incubation boxes (B)
Fig. 2: Contenitori per l'allevamento delle *Achatina (A)* e l'incubazione delle uova (B).

METHODS

Forest study

2400 snails (800 by species), were marked with black painting (half posterior of the shell) (fig. 3) and released in the middle of the Miadzin Forest. Every month, 50 snails of each species were captured, sacrificed, dissected and their uterus examined for counting eggs. The monthly rains were measured by means of pluviometer.

REARING EXPERIMENT

Influence of density on the fertility

954 snails were distributed into three densities (50 snails / m²; 100 snails / m² and 200 snails / m²), by species. Every density was repeated six times.

Influence of photoperiod on the fertility

288 snails were distributed in two light regimes (0L:24D and 12L:12D), by species, with a density of 50 snails / m². Every treatment was repeated six times

In rearing conditions, snails were fed ad *libitum* with papaya tree leaves (*Carica papaya* (Caricaceae)) for the following reasons:
- papaya tree leaves are some of the green feeds that snails eat the most;
- chemical analyses of the composition of some green feeds showed that papaya leaves contain much more calcium than lettuce *(Lactuca sativa)*, cabbages *(Brassica oleracea)*, cassava leaves *(Manihot esculentus)* and taro *(Xanthosoma mafaffa)*. Calcium is indispensable for the making of the shell (Otchoumou *et al.*, 1991).

Measures

A Sartorius 1104 balance to the nearest 0.01 mg was used to weigh eggs, food, and snails. An electronic calliper to the nearest millimeter, was used to measure the snail's shells and the dimensions of eggs (big and small diameter).

Every month, the percentage of ovigerous snails, the average number of eggs by uterus, the total number of eggs per species, the total number of eggs laid, the average number of eggs laid

Table 1: Montly forest parameters of fertility. **Tav. 1**: Parametri mensili di fertilità per gli esemplari rilasciati nella foresta.

	Species		
	Achatina achatina	*Achatina fulica*	*Archachatina ventricosa*
Monthly mean number of ovigerous snails on a total of 50	$21^{a}\pm17$	$25^{a}\pm15$	$09^{b}+1$
Monthly mean percentage of ovigerous snails on a total of 50	$42^{a}\pm34$	$50^{a}\pm29$	$17^{a}+12$
Monthly mean number of eggs per snail	$101^{a}\pm45$	$109^{a}\pm1$	$2^{b}+0$

The mean values of the same line indexed the same letters are not significantly differents ($P<0.05$)

by snails, the duration of the incubation and the percentage of hatching were determined. The food was weighed at the beginning, and the rests were weighed after four (4) days. The mortalities were noted for every month. The food consumption and the cumulated mortality rate were calculated every month.

Table 2: Density influence on reared snails fertility parameters. **Tav. 2**: Influenza della densità sui parametri di fertilità degli esemplari allevati.

		Densities (snail/m^2)		
		50	100	200
Total number of laid eeggs	*Achatina achatina*	485^{a}	131^{b}	90^{c}
	Achatina fulica	2692^{a}	412^{b}	0^{c}
	Archachatina ventricosa	23^{a}	0^{b}	0^{b}
Monthly mean number of eggs per snail	*Achatina achatina*	$40^{a}\pm6$	$11^{b}\pm2$	$7^{b}\pm0$
	Achatina fulica	$189^{a}\pm17$	$34^{ab}\pm6$	$0^{b}\pm0$
	Archachatina ventricosa	$2^{a}\pm0$	$0^{a}\pm0$	$0^{a}\pm0$

The mean values of the same line indexed the same letters are not significantly differents ($P<0.05$)

Statistical analyses
Mean values were computed, with analysis of variance with one factor, for the percentage of ovigerous snails, the average number of eggs per uterus, the total number of eggs per species, the total number of eggs laid, the average number of eggs laid per snails, the duration of the incubation and the percentage of hatching, according to the multiple averages comparison test of Newmann and Keuls (Dagnelie, 1975).

Table 3: Effect of photoperiod on ovideposition (50 snails/m^2). **Tav. 3**: Effetti del fotoperiodo sull'ovodeposizione (50 esemplari/m^2).

		Light regimes	
		12L:12D	OL:24D
Number of oviposition	*Achatina achatina*	7^{a}	2^{b}
	Achatina fulica	23^{a}	7^{b}
	Archachatina ventricosa	5^{a}	1^{b}
Monthly mean number of oviposition	*Achatina achatina*	$1^{a}\pm0$	$0^{a}\pm0$
	Achatina fulica	$2^{a}\pm0$	$1^{b}\pm0$
	Archachatina ventricosa	$0^{a}\pm0$	$0^{a}\pm0$

The mean values of the same line indexed the same letters are not significantly differents ($P<0.05$)

RESULTS

Table 1 shows the results for the monthly parameters of fertility of the breeders in the forest setting. Fertility was higher for *Achatina fulica* (Bowdich) (50 % of ovigerous snails and 109 eggs per breeder), weak for *Achatina achatina* (Linné) (42.25% of ovigerous snails and 101 eggs per breeder) and very weak for *Archachatina ventricosa* (Gould) (17.08 % of ovigerous snails and 2 eggs per breeder). Statistical analysis (Table 1) show that there was a significant difference ($P < 0.05$) between fertility parameters of the genus *Achatina* and the genus *Archachatina*. The curves of influence of the pervading rain levels on the variations of the parameters of fertility (Fig. 4), showed that for the 3 species of snails, the fertility (percentage of ovigerous snails), increased during the rainy season, and fell considerably during the dry season.

Table 2 shows the results of the effect of three densities onto the production of eggs. The average number of eggs per laying, and the total number of eggs per species, decreased when the animal density increased. However, these differences were not significant($p < 0.05$) between *Archachatina ventricosa* (Gould) whereas they were significant for *Achatina achatina* (Linné) and *Achatina fulica* (Bowdich).

Results for the effect of two photoperiods on the production of eggs are recorded in Table 3. The 12 L:12D treatment gave three times more egg laying and more eggs than the 0L:24D treatment, for the 3 species studied. It must be noticed that whatever the light regime, fertility parameters were better for *Achatina fulica* (Bowdich) than those for the two other species. There was a significant difference($p < 0.05$) between the treatment 12L:12D and the treatment 0L:24D in terms of fertility parameters, for the three species studied.

Table4: Fertility and reared snails eggs characteristics (50 snails/m²). Tav. 4: Fertilità e caratteristiche delle uova ottenute da esemplari allevati (50 esemplari/m²).

	Snail species		
	Achatina achatina	*Achatina fulica*	*Archachatina ventricosa*
Big diameter(mm)	6±1	4±0	8±0
Small diameter(mm)	4±1	3±0	6±1
egg weight(g)	0.52±0.02	0.17±0.01	1.88±0.24
Mean number of eggs per oviposition	$69^{b}\pm40$	$117^{a}\pm40$	$5^{c}\pm0$
Monthly mean number of oviposition	1^{b}	2^{a}	0^{c}
Monthly mean number of eggs per oviposition	25^{b}	92^{a}	1^{c}
Mean duration of incubation(days)	$18^{b}\pm5$	$16^{b}\pm1$	$29^{a}\pm1$
Mean number of hatched	$43^{b}\pm31$	$78^{a}\pm37$	$3^{c}\pm2$
Percentage of hatching(%)	$64.60^{a}\pm24.05$	$68.41^{a}\pm22.40$	$62.50^{a}\pm11.18$

The analysis of the results for the effect of 3 densities and 2 photoperiods on the fertility of the breeders showed that in breeding, the fertility was better in the density 50 snails / m² and the photoperiod 12L:12D.

The data on fertility and eggs characteristics for the three snails species in the 50 snails / m² density and the 12L:12D photoperiod are reported in Table 4, high animal densities can rarely be observed. Eggs are yellow with oval form. The dimensions and the weight of the eggs varied with species. *Archachatina ventricosa* (Gould) had larger eggs, and thus heavier ones, whereas *Achatina fulica* (Bowdich) had lighter and smaller size eggs. The total number of laying, the average number of eggs per laying, as well as the total number of eggs laid were higher for *Achatina fulica* (Bowdich) and weaker for *Archachatina ventricosa* (Gould).

The average duration of eggs incubation for *Achatina achatina* (Linné) and *Achatina fulica* (Bowdich) was half of the one for *Archachatina ventricosa* (Gould). The percentage of hatching was similar for the three species.

There was a significant difference ($p < 0.05$) between the mean values of the number of laying per month for *Achatina fulica* (Bowdich) and these for the 2 other species. As for the mean values of the monthly number of eggs per laying and the monthly total number of eggs laid, there was also a significant difference ($p < 0.05$) between the 3 species studied.

DISCUSSION

It results from literature that animals used were very young (12 months of age). According to Hodasi (1979), *Achatina achatina* (Linné) is mature at one year. The number of eggs observed per laying for this species increases from that age until 3 years old, then decreases. Waitkuwait *et al.* (1987) report that the sexual maturity of these snails is reached at 20; 10 and 9 months old, respectively, for *Achatina achatina* (Linné); *Achatina fulica* (Bowdich) and *Archachatina ventricosa* (Gould). For Upatham *et al.* (1988), *Achatina fulica* (Bowdich) is mature at 5 months old. Therefore, fertility could be a function of age, for snails.

The fertility of snails is influenced by climatic factors, especially the rain level. This factor greatly varies during the year (Bellard et al., 1977; Durand *et al.,* 1982). Seasons for reproduction and laying are found during the big dry season, and at the beginning of the big rainy season, as already observed by Hodasi (1979). In these periods, the rain level rises the hygrometry up, which in turn favours the reproduction, and thus the fertility. Takeda and Ozaki (1986) showed that the preferential relative humidity for snails is found between 75 and 95 % These values are only reached during the rainy seasons, which seem to explain the fact that the reproduction and the laying take place during these periods.

In breeding, the fertility of snails decreases with the increase of the animal density. With snails in natural environment, high animal can rarely be observed densities. According to Oosterhoff (1977), the increase of animal density provokes an important secretion of mucus, which, by retroaction, would inhibit the locomotion, and thus, indirectly, the reproduction and the fertilization. However our analyses indicate that



Fig. 3: Marking of the snails with black painting (half posterior of shells).
Fig. 3: Marcatura delle conchiglie con vernice nera (parte posteriore della conchiglia) e numeri bianchi.

this fatal effect of the animal density on the fertility of snails is not very noticeable for *Achatina achatina* (Linné) and *Archachatina ventricosa* (Gould), while it is so for *Achatina fulica* (Bowdich), when the animal density reaches 200 snails / m^2.

The fertility of snails in breeding is influenced by the photoperiod. Whatever the species may be, the 12 hours daylight / 12 hours dark treatment shows a fertility superior to that for the 0 hours daylight / 24 hours dark treatment. These results are in concordance with those of ROUSSELET (1982) and HODASI (1982).

In breeding, at a density of 50 snails / m^2, a photoperiod of 12 hours daylight / 12 hours dark, a temperature and a relative humidity average of 26.6 ± 1.3°C and 82.9 ± 1.2 %, *Achatina fulica* (Bowdich) shows a fertility superior to that of both other species. This difference of fertility is essentially due to the fact that, for the three species, individuals hatched the same day do not reach sexual maturity in the same period. There is thus an age difference for the sexual maturity. This difference can also be due to a difference in food ingestion. Indeed, at 41g, *Achatina fulica* (Bowdich) would be already mature [17], while both other species are still in a pre-maturity phase. The number of eggs per laying increases with age for *Achatina achatina* (Linné), from the age of sexual maturity (HODASI, 1979). This could explain the weakness in the performances observed for this animal.

Concerning the characteristics of the eggs and fertility parameters, our results confirm those of HODASI(1979); WAIT-KUWAIT(1987); UPATHAM *et al.*, (1988); ZONGO *et al.*,(1990). The durations of incubation and the percentages of hatching obtained in a substratum made up of frank earth and compost, in 2/1 propositions, can be improved by using humid cotton as substratum (HODASI, 1979), or coconut shells (UPATHAM *et al.*, 1988). This difference in the duration of incubation and the percentage of hatching is due to the fact that the substratum used would contain parasites for the laying. This study shows that the bigger the eggs, the longer the duration of the incubation will be, and the weaker the fertility.

ACKNOWLEDGEMENT

We thank very sincerely Dr N'DA Konan, from the Department of Natural Sciences at the university of Abobo-Adjamé for the collaboration in editing the present article.This paper was translated into English by the Translation Unit of the INRA-Jouy-en Josas (France).

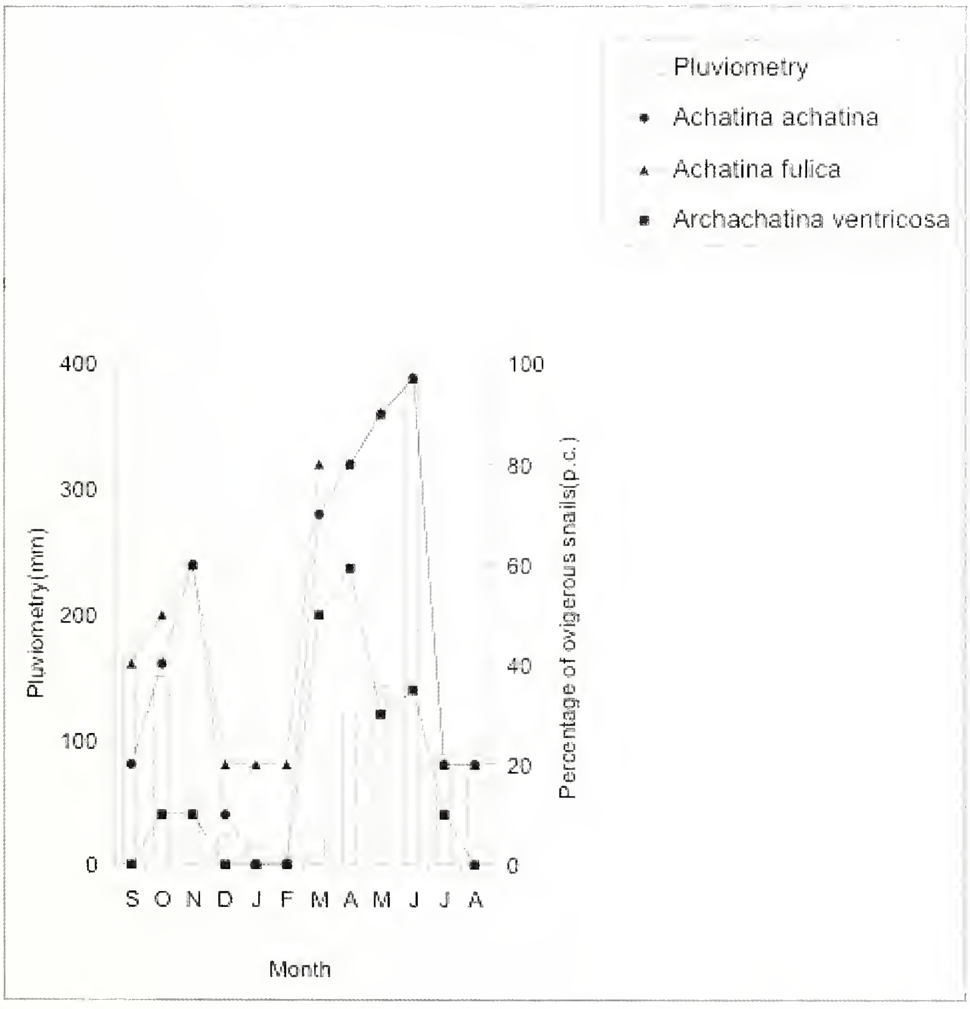


Fig. 4: Influence of pluviometry on the variation of monthly percentage of ovigerous snails in the year.
Fig. 4: Effetto della pluviometria sulla variazione della percentuale mensile di esemplari ovigeri nell'anno.

REFERENCES

ABOUA F. et BOKA K., 1996 - Les escargots géants comestibles d'Afrique : Quelques aspects physiques et préparation en Côte d'Ivoire. *Nature et Faune*, 12(4) : 2-9.

AUBREVILLE A., 1936 - *La flore forestière de la Côte d'Ivoire*. Centre technique for. Trop., Nogent-sur-Marne, 3 vol. 310pp. ; 296pp. ; 286 pp.

BA C., 1994 - *Aspects socio – économiques et valeur nutritionnelle de la viande, des escargots comestibles de Côte – d'Ivoire*. Thèse de Doctorat 3ème cycle FAST / UNCI, 110 pp.

BECKETT W. H., 1944 - Akokoaso : Survey of Gold Coast village. *Monographs on Social Anthropology*. London School of Economics. 10: 105 – 109,

BELLARD C. et TASTET J. P., 1977 - *Carte de la région d'Abidjan 1/ 100.000. Note explicative*. Université d'Abidjan Département Sciences de la terre – 15 pp.

DAGNELIE P., 1975 -*Théories et méthodes statistiques, applications agronomiques*. Les presses agronomiques de Gembloux Edit. (2) :463 pp.

DURAND J. R., CHANTRAINE J. M., 1982 - L'environnement climatique des lagunes

ivoiriennes. *Rev. d'hydrob. trop.* 15: 85 – 113.

HODASI J. K. M., 1979 - Life history studies of *Achatina achatina (Linné). J. Moll. Stud.* 45 : 228 – 239.

HODASI J. K. M., 1982 - The effect of different light regimes on the behaviour and biology of *Achatina achatina (Linné). J. Moll. Stud.* 48 : 283 – 293.

MANGENOT G., MIEGE J., AUBERT G., 1948 - Les éléments floristiques de la basse Côte d'Ivoire et leur répartition. *C. R. Biogéogr.*, 34(30): 212-214.

OOSTERHOFF L. M., 1977 - Variation in growth rate as an ecological factor in the Land Snail *Cepaea nemoralis (L.). Neth . J. Zool.* , 27 : 120 – 132.

OTCHOUMOU A., ZONGO D., DOSSO H. 1991 - Contribution à l'étude de l'escargot géant africain *Achatina achatina (Linné). Annales d'écologie. Université Nationale de C. I.* **Tome XXI** : p. 31 – 58.

OTCHOUMOU A. 1997 - Etude de trois espèces d'escargots comestibles de forêts hygrophiles humides de l ' Est de la Côte d'Ivoire *(Achatina achatina (Linné), Achatina fulica (Bowdich) et Archachatina marginata (Swainson) variété ventricosa)* : Reproduction et croissance en milieu naturel et en élevage. *Thèse de Doctorat : N° 246 / 97* :Université de Cocody (Côte d'Ivoire) 140pp.

ROUSSELET M., 1982 - *L'élevage des escargots.* Edition du point vétérinaire, Paris, 132 pp.

SCHNELL 1952. Contribution à l'étude phytosociologique et phytogéographique de l'Afrique occidentale: Les groupements et les unités géobotaniques de la région guinéenne. *Mémoire INFAN*, Dakar, **18**: 45-234.

TAKEDA N. and OZAKI T., 1986 - Induction of behaviour in the Snail *Achatina fulica. Zool. Mag.* , 92 : 656 pp.

UPATHAM E. S., MALEEYA K., and VIROON B., 1988 - Cultivation of the giant African Snail , *Achatina fulica , J. Sci. Soc. Thailand*, 14 : 25 – 40.

WAITKUWAIT E., 1987 - *Nützungsmöglichkeiten der Westafricanischen Riesenschnecken (Achatinidae).* Rapport LACENA / GTZ , 80 pp.

ZONGO D., COULIBALY M., DIAMBRA O. H. et ADJIRI E.,1990 - Note sur l'élévage de l'escargot géant Africain *Achatina achatina : Nature et Faune*, 6 (2): 32 – 44 .

Lavoro accettato il 10 settembre 2003

Bollettino Malacologico, Roma, **39** (9-12): 191-202, [2003] 2004 - Società Italiana di Malacologia

Il contenuto malacologico delle "Argille di Lugagnano" di Montà d'Alba (Cuneo)

Giovanni Repetto & Luca Lacroce

KEYWORDS: Mollusca, Lower Pliocene, Piedmont, Italy.

ABSTRACT The work completed for the construction of a road in the zone of Montà d'Alba (CN), brought to light typical "Lugagnano clays". The examination of 70 dm³ of sediment allowed the authors to analyse the malacological fauna to draw a paleoenvironmental analysis. The complete list of the species is included, with comments for the taxa new to the geographical area (*Convexia* sp., *Cerithidium submamillatum*, *Euspira fusca*, *Campylorraphion* cf. *famelicum*, *Teretia monterosatoi*, *Eulimella* sp., *Odostomia acuta*, *O. fusulata*, *O. michaelis*, *O.* cf. *planulata*, *O. submichaelis*, *Turbonilla* cf. *compressa*, *T. plicatula*, *T. striatula*, *T.* sp. 1, *T.* sp. 2, *T.* sp. 3, *Yoldia longa*, *Glycymeris* cf. *bimaculata*, *Spaniorinus astensis*, *Episiphon filum?*). The autoecological characteristics of the recovered molluscs, have been quantitatively elaborated, to focus with sufficient approximation on some characteristics of the depositional environment which can be ascribed to a Circalittoral bottom of about 50-120 metres, mainly interested by terrigenous coastal muds (VTC biocoenosis). This confirmed, for the Alba region (SW Piedmont), the hypothesis previously formulated by other authors for the Asti Pliocene basin. The material recovered allowed to increase the paleontological collections of the «F. Eusebio» Civic Museum; moreover, among the 113 taxa, some 21 were completely new to the Roero hills region. Among the latter group of species three Turbonilla morphs couldn't be ascribed to any fossil or living taxon and, therefore, could be considered new species.

RIASSUNTO I lavori effettuati per la costruzione di una strada in territorio di Montà d'Alba (CN) hanno portato alla luce tipiche "Argille di Lugagnano". L'esame di 70 dm³ di sedimento ha consentito agli autori di analizzare la composizione della malacofauna. Si sono così potute ampliare le conoscenze geopaleontologiche relative al territorio albese (Piemonte SW), raccogliendo ulteriori dati a conferma delle ipotesi paleoambientali formulate precedentemente da altri autori per il bacino pliocenico astigiano. La ricerca ha consentito di incrementare le collezioni paleontologiche del Museo Civico «F. Eusebio»; inoltre, fra i 113 taxa individuati, ben 21 risultano nuovi per le colline del Roero.

G. Repetto, L. Lacroce A. Museo Civico «F. Eusebio» - 12051 Alba (CN)

INTRODUZIONE

Riguardo alle colline del Roero Sacco (1888) scrisse che «il terreno *piacentino* costituisce [...] il *substratum* [...] della regione in esame, quantunque assai di rado esso sia visibile, ma si trovi per lo più ricoperto invece sia dai terreni pliocenici più recenti, sia dai terreni quaternari».

Nel 1997 la costruzione di alcuni manufatti necessari per la realizzazione della circonvallazione, la cosiddetta "variante" (Fig.1), di Montà d'Alba (CN) ha portato alla luce migliaia di metri cubi di argille grigio-azzurre, proprio quelle che costituiscono «il terreno *piacentino*» a cui si riferiva Sacco.

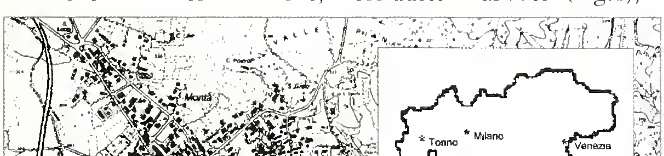


Fig. 1. Carta topografica rielaborata dalla Carta Tecnica Regionale sezione n° 174160 MONTÀ, completata con il tracciato della "variante".

Fig. 1. Modified Map (Technical Regional Map), section n° 174160 MONTÀ, with the indication of the new road.

Questa favorevole situazione, importante per affinare sempre più la conoscenza geopaleontologica del territorio, si è potuta verificare grazie ai lavori effettuati per la messa in opera dei plinti destinati al sostegno delle campate dei viadotti. Le opere di scavo hanno interessato quei materiali litici noti in letteratura come "Argille di Lugagnano", che costituiscono il substrato impermeabile di fondovalle su cui scorrono il Rio Canneto ed il Rio Covasso.

Tale particolarità, da noi verificata, è stata concettualmente stigmatizzata da Baroncelli (1997) che a tal proposito ha scritto che «solitamente gli affioramenti sono localizzati sul fondo delle valli, dove l'azione erosiva del reticolo idrografico è ancora molto intensa, in quanto la minore erodibilità dei litotipi argillosi ha determinato un temporaneo arresto o almeno un rallentamento del potenziale erosivo del reticolo idrografico stesso».

MATERIALI E METODI

Nel 1997, durante la fase di scavo per la realizzazione delle fondazioni del plinto n. 9 (Fig. 2) del viadotto destinato al superamento della valletta del Rio Covasso (Fig. 3), le "Argille di Lugagnano" sono state cavate dal piano di campagna, posto a quota 218-220 m s.l.m., sino alla profondità di alcuni metri.

In tale occasione è stato possibile prelevare un *bulk-sample* del volume totale di 70 dm³, alla profondità di circa 3 m rispetto al piano di campagna.

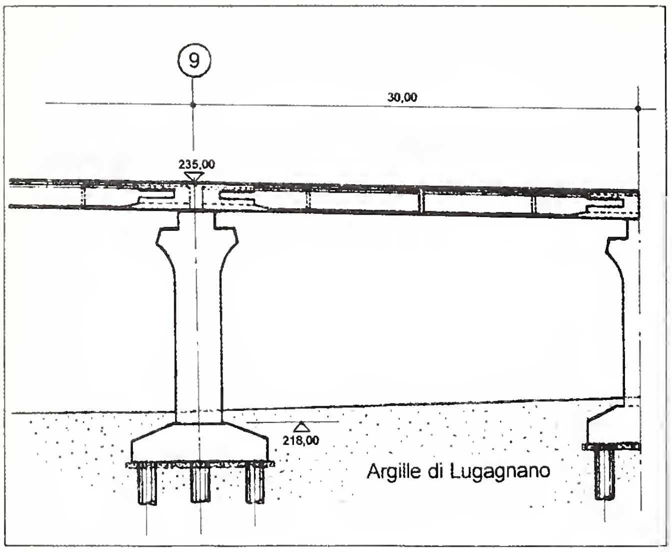


Fig. 2. Vista in sezione del pilastro n. 9, le cui fondazioni hanno interessato le argille plioceniche oggetto del campionamento.
Fig. 2. Section view of the pillar n. 9, whose foundations reached the Pliocenic Lugagnano clays herein studied.



Fig. 3. Veduta panoramica del viadotto in costruzione su Rio Covasso.
Fig. 3. Panoramic view of the viaduct crossing the Covasso River.

Il sito

Le Argille di Lugagnano si sono depositate fra i 50 ed i 200 m di profondità (Cavallo *et al.*, 1986), nel piano circalitorale, in un ambiente che, sotto il profilo biocenotico, si può afferire alla biocenosi dei "Fanghi terrigeni costieri" (VTC in Pérès & Picard, 1964).

Nella zona in oggetto, salendo dalla quota 218 m s.l.m. sino alla quota 305 m circa della piana di Montà d'Alba i lavori di scavo della "variante" hanno consentito di appurare che le argille azzurre sono sormontate da silt di colore grigio, cui seguono sabbie siltose di colore prima nocciola e poi giallastro e, a chiusura della serie, sabbie giallastre grossolane intervallate da livelli di ghiaietto.

Metodi di analisi

Dopo essiccazione, il materiale litologico è stato disgregato in acqua, lavato e vagliato con un setaccio di 256 maglie per cm^2 e luce netta di 0,5 mm, ottenendo un residuo finale di circa 0,7 dm^3 con il seguente contenuto biotico: foraminiferi, tubuli di *Ditrupa cornea*, elementi di chele di decapodi, conchiglie di molluschi, radioli e porzioni di dermascheletro di echinoidei, elementi di scheletro di asteroidei, vertebre ed otoliti di pesci.

Nel presente lavoro si è esaminata soltanto la malacofauna, provvedendo alla determinazione dei taxa ed al conteggio degli esemplari.

Per l'identificazione dei molluschi, oltre alle indispensabili ricerche bibliografiche, sono stati effettuati confronti con esemplari presenti nelle collezioni del Museo civico «F. Eusebio» di Alba e in collezioni private.

Dall'esame della malacofauna si sono ottenuti i seguenti risultati: 994 individui di cui 527 Gasteropodi (76 specie), 302 Bivalvi (31 specie) e 165 Scafopodi (6 specie) per complessive 113 specie. Risulta non rappresentata la classe dei Poliplacofori.

La Tabella 1 riassume i dati sopra esposti ed evidenzia i valori percentuali relativi all'abbondanza e alla dominanza.

Classe	*N° specie*	*A*	*D%*
Gastropoda	76	527	53,0
Bivalvia31	31	302	30,4
Scaphopoda	6	165	16,6
Totale	*113*	*994*	*100,0*

Tab. 1. Consistenza del numero totale di specie, della loro abbondanza e dominanza per ciascuna delle tre classi rappresentate nella fauna studiata.
Tab. 1. Total number, abundance and dominance of the considered species.

Il conteggio degli individui è stato effettuato applicando il metodo proposto da Di Geronimo & Robba (1976).

RISULTATI

Tutti i taxa sono stati elencati in ordine sistematico in Tabella 2, con le seguenti modalità:

- numero progressivo;
- specie;
- numero degli esemplari, distinti in individui completi, valve sinistre e destre, frammenti significativi;
- abbondanza;
- dominanza;
- numero di inventario del Museo «F. Eusebio»;
- numero di riferimento con cui la specie è stata rappresentata nel volume *Conchiglie fossili del Roero. Atlante iconografico* (Cavallo & Repetto, 1992), oppure la lettera N se si tratta di specie non ancora segnalata per l'area geografica del Roero.

Per ciascuna delle tre classi malacologiche della fauna studiata, la Tabella 2 riassume il numero totale di specie, l'abbondanza e la dominanza.

Le Figure 4 e 5 mostrano i diagrammi a torta che rappresentano rispettivamente il primo la dominanza di specie per classe, il secondo la dominanza di individui per classe.

Le figure 6-10 propongono i diagrammi a torta che rappresentano graficamente i valori autoecologici riscontrati: nel detta-

Tab. 2. Elenco sistematico e quantitativo delle specie reperite.
Tab. 2. Systematic and quantitative list of the sampled species.

Numero progressivo	SPECIE	Individui completi	Valve sx	Valve dx	Frammenti significativi	Abbondanza	Dominan. %	Inventario M. Eusebio	Atlante Iconografico
	Classe GASTROPODA								
	Familia TROCHIDAE								
1	*Convexia* sp.	3				3	0,2	1455	N
2	*Solariella peregrina* (Libassi, 1859)	1				1	0,1	475	39
	Familia CERITHIIDAE								
3	*Bittium reticulatum* (Da Costa, 1778)	2				2	0,2	73	55
4	*Cerithidium submamillatum* (De Rayneval & Ponzi, 1854)	3				3	0,2	1456	N
	Familia TURRITELLIDAE								
5	*Turritella tricarinata* (Brocchi, 1814)	2				2	0,5	199	64
6	*Turritella spirata* (Brocchi, 1814)	13				13	1,6	344	66
	Familia LITTORINIDAE								
7	*Littorina ariesiensis* (Fontannes, 1880)	1				1	0,1	959	67
	Familia RISSOIDAE								
8	*Alvania testae* (Aradas & Maggiore, 1844)	17			4	21	1,6	1105	78
9	*Obtusella* cf. *intersecta* (Wood, 1857)	5				5	0,4	1126	81
	Familia ASSIMINEIDAE								
10	*Paludinella littorina* (Delle Chiaje, 1828)	2				2	0,2	1080	90
	Familia IRAVADIIDAE								
11	*Hyala vitrea* (Montagu, 1803)	1				1	0,1	1138	95
12	*Rhombostoma imperforatum* (Sacco, 1892)	13			2	15	1,2	1350	96
	Familia TORNIDAE								
13	*Tornus excalliferus* (Sacco, 1896)	1				1	0,1	971	97
	Familia NATICIDAE								
14	*Tectonatica astensis* Sacco, 1891	6				6	0,5	138	124
15	*Tectonatica tectula* Sacco, 1891, Bonelli m.s.	19				19	2,3	201	125
16	*Euspira fusca* (Blainville, 1825)	5				5	0,4	1457	N
	Familia TRIPHORIDAE								
17	*Monophorus perversus* (L., 1758)	2				2	0,2	419	149
	Familia EPITONIIDAE								
18	*Epitonium mesogonium* (Brugnone, 1876)	3				3	0,5	1163	155
19	*Epitonium pedemontanum* (Sacco, 1891)	2				2	0,2	1018	158
20	*Epitonium tiberii* (De Boury, 1890)	2				2	0,2	1240	160
	Familia EULIMIDAE								
21	*Eulima glabra* (Da Costa, 1778)	2			1	3	0,5	147	173
22	*Campylorhaphion* cf. *famelicum* (Watson, 1883)	1				1	0,1	1458	N
	Familia FASCIOLARIIDAE								
23	*Metula mitraeformis* Brocchi, 1814				1	1	0,1	279	229
	Familia NASSARIIDAE								
24	*Nassarius cabrierensis* (Fontannes, 1878)	13				13	2,8	59	244
25	*Nassarius semistriatus* (Brocchi, 1814)	2				2	0,5	60	251
26	*Nassarius catulloi* (Bellardi, 1882)	11				11	0,9	1476	255
27	*Nassarius quadriserialis* (Bellardi, 1882, Bonelli m.s.)	4				4	0,3	1150	261
28	*Nassarius turbinellus* (Brocchi, 1814)	4			1	5	0,4	451	278
29	*Nassarius serratus* (Brocchi, 1814)	1			1	2	0,9	127	284
	Familia COLUMBELLIDAE								
30	*Anachis turbinellus* (Sacco in Bellardi, 1890)	1				1	0,1	1064	290
31	*Mitrella nassoides* (Grateloup, 1827)	1				1	0,4	146	293
	Familia CANCELLARIIDAE								
32	*Babylonella dregeri* (Hörnes & Auinger, 1890)	14				14	1,1	1218	323

Numero progressivo	SPECIE	Individui completi	Valve sx	Valve dx	Frammenti significativi	Abbondanza	Dominan. %	Inventario M. Eusebio	Atlante Iconografico
	Familia TURRIDAE								
33	*Stenodrillia crispata* (Jan, 1832)	1				1	0,1	1477	354
34	*Stenodrillia obtusangulus* (Brocchi, 1814)	4				4	0,6	78	355
35	*Cerodrillia sigmoidea* (Bronn, 1831)	1				1	0,4	79	358
36	*Rimosodaphnella salinasi* (Calcara, 1841)	6			2	8	0,6	111	372
37	*Bela brachystoma* (Philippi, 1844)	16			3	19	1,5	102	374
38	*Bela nitida* Pavia, 1976	45				45	3,5	1142	377
39	*Mangelia scabriuscula* (Brugnone, 1862)	15				15	1,2	104	390
40	*Neoguraleus spiniferus* (Bellardi, 1847)	6			2	8	0,8	106	398
41	*Teretia monterosatoi* (Cipolla, 1914)	4			2	6	0,5	1459	N
	Familia TEREBRIDAE								
42	*Strioterebrum* cfr. *reticulare* Pecchioli in Sacco, 1891	1				1	0,1	188	412
	Familia ARCHITECTONICIDAE								
43	*Heliacus moniliferum* (Bronn, 1831)	2				2	0,2	335	417
	Familia PYRAMIDELLIDAE								
44	*Chrysallida stefanisi* (Jeffreys, 1869)	10				10	0,8	1079	427
45	*Tragula fenestrata* (Jeffreys, 1848)	2				2	0,2	1127	432
46	*Eulimella acicula* (Philippi, 1836)	4				4	0,3	116	434
47	*Eulimella cerullii* (Cossman, 1915) [=*praelonga* (Jeffr., 1884)]	2				2	0,2	1478	435
48	*Eulimella scillae* (Scacchi, 1835)	4				4	0,3	117	437
49	*Eulimella* sp.	1			1	2	0,2	1460	N
50	*Odostomia acuta* Jeffreys, 1848	4				4	0,3	1461	N
51	*Odostomia conoidea* (Brocchi, 1814)	57			1	58	4,5	458	454
52	*Odostomia unidentata* (Montagu, 1803)	1				1	0,1	1479	445
53	*Odostomia (Auristomia)* cf. *fusulata* Sacco, 1892	2			1	3	0,2	1462	N
54	*Odostomia (Auristomia) michaelis* Brugnone, 1876	1			1	2	0,2	1463	N
55	*Odostomia (Auristomia)* cf. *planulata* (Jan, 1832)	1				1	0,1	1464	N
56	*Odostomia (Auristomia) submichaelis* (Sacco, 1892)	1				1	0,1	1465	N
57	*Turbonilla bonellii* Pavia, 1976	6				6	0,5	1076	458
58	*Turbonilla* cf. *compressa* (Jeffreys, 1848)	1				1	0,1	1466	N
59	*Turbonilla plicatula* (Brocchi, 1814)	7			3	10	0,8	1467	N
60	*Turbonilla pliopseudogracilis* (Sacco, 1892)	8				8	0,6	1050	464
61	*Turbonilla pliopupoides* (Sacco, 1892)	2				2	0,2	1057	465
62	*Turbonilla* cf. *postacuticostata* Sacco, 1892	1				1	0,1	1480	466
63	*Turbonilla rufa* s.l. (Philippi, 1836)	26			9	35	2,7	194	468
64	*Turbonilla striatula* (L., 1766)	5			3	8	0,6	1468	N
65	*Turbonilla* sp. 1	1				1	0,1	1469	N
66	*Turbonilla* sp. 2	1				1	0,1	1470	N
67	*Turbonilla* sp. 3				1	1	0,1	1471	N
	Familia ACTEONIDAE								
68	*Acteon semistriatus* (Férussac, 1822)	8			1	9	0,7	70	469
	Familia RETUSIDAE								
69	*Volvulella acuminata* (Bruguière, 1792)	1				1	0,1	176	477
	Familia RINGICULIDAE								
70	*Ringicula auriculata* (Menard da la Groye, 1811)	12				12	1,0	173	478
71	*Ringicula ventricosa* (Sowerby, 1825)	38			1	39	3,1	172	479
	Familia BULLIDAE								
72	*Bulla miliaris* Brocchi, 1814	3				3	0,2	1068	484
	Familia CYLICHNIDAE								
73	*Roxania isseli* (Bellardi, 1877)	3			2	5	0,4	1026	487
74	*Cylichna cylindracea* (Pennant, 1777)	7			1	8	0,6	108	489

Numero progressivo	SPECIE	Individui completi	Valve sx	Valve dx	Frammenti significativi	Abbondanza	Dominan. %	Inventario M. Eusebio	Atlante Iconografico
	Familia CAVOLINIIDAE								
75	*Diacria trispinosa* (Lesueur, 1821)				4	4	0,3	1139	494
76	*Clio pyramidata* L., 1767				1	1	0,1	987	496
	Classe BIVALVIA								
	Familia NUCULIDAE								
77	*Nucula jeffreysi* Bellardi, 1875		9	6		12	0,9	1123	515
	Familia NUCULANIDAE								
78	*Nuculana commutata* (Philippi, 1894)	17	20	28	3	58	4,8	369	521
	Familia YOLDIIDAE								
79	*Yoldia nitida* (Brocchi, 1814)	2	4	6		10	0,8	997	526
80	*Yoldia longa* Bellardi, 1875		1			1	0,2	1472	N
	Familia ARCIDAE								
81	*Barbatia mytiloides* (Brocchi, 1814)		3	2	1	5	0,4	354	531
82	*Anadara diluvii* (Lamarck, 1805)	1	11	7		16	1,9	209	532
	Familia NOETIDAE								
83	*Striarca lactea* (L., 1758)		1	4		5	0,4	232	535
	Familia GLYCYMERIDIDAE								
84	*Glycymeris* cf. *bimaculata* (Poli, 1795)	1				1	0,1	1473	N
	Familia PTERIOIDEA								
85	*Pteria phalenacea* (Lamarck, 1819)				1	1	0,1	255	544
	Familia PECTINIDAE								
86	*Aequipecten opercularis* (L., 1758)		4	4		6	0,5	222	550
87	*Amusium cristatum* (Bronn, 1827)				1	1	0,5	211	556
	Familia ANOMIIDAE								
88	*Anomia ephippium* L.,1758			1		1	0,1	210	564
	Familia LIMIDAE								
89	*Limea strigilata* (Brocchi, 1814)		1			1	0,1	238	567
	Familia LUCINIDAE								
90	*Ctena decussata* (Costa O.G., 1829)		1	1		2	0,1	991	575
91	*Myrtea spinifera* (Montagu, 1803)		5	2		6	0,5	244	583
92	*Gonimyrtea meneghinii* (De Stefani & Pantanelli, 1880)			1		1	0,2	1166	585
	Familia GALEOMMATIDAE								
93	*Spaniorinus astensis* Merlino & Provera, 1999		9	7		13	1,0	1474	N
	Familia KELLIIDAE								
94	*Pseudopythina macandrewi* (Fischer P., 1867)				1	1	0,1	1176	593
	Familia CARDIIDAE								
95	*Cardium indicum* Lamarck, 1818				1	1	0,1	221	600
96	*Acanthocardia echinata* (L., 1758)				1	1	0,1	208	601
97	*Plagiocardium papillosum* (Poli, 1795)			3		3	0,2	256	606
	Familia MACTRIDAE								
98	*Mactra glauca* Von Born, 1778		4	1		5	0,4	401	616
	Familia TELLINIDAE								
99	*Tellina donacina* L., 1758			1	1	2	0,2	1221	629
	Familia KELLIELLIDAE								
100	*Kelliella abyssicola* (Forbes, 1844)		2	1		3	0,2	1481	648
	Familia VENERIDAE								
101	*Venus nux* Gmelin, 1791		21	29		40	3,5	266	655
102	*Clausinella fasciata* (Da Costa, 1778)		1	1		2	0,1	368	658
103	*Timoclea ovata* (Pennant, 1777)		5	12	1	16	1,2	262	659
104	*Dosinia exoleta* (L., 1758)		3	3		5	0,4	433	662

Numero progressivo	SPECIE	Individui completi	Valve sx	Valve dx	Frammenti significativi	Abbondanza	Dominan. %	Inventario M. Eusebio	Atlante Iconografico
105	*Pitar rudis* (Poli, 1795)			2		2	0,2	258	666
	Familia Corbulidae								
106	*Corbula gibba* (Olivi, 1792)	1	60	46		84	6,6	225	675
	Familia Cuspidariidae								
107	*Cuspidaria cuspidata* (Olivi, 1792)		1		1	2	0,2	1002	687
	Classe SCAPHOPODA								
	Familia Dentaliidae								
108	*Dentalium sexangulum* Gmelin, 1790	4				4	2,0	768	693
109	*Dentalium fossile* Gmelin, 1790	1				1	0,5	115	695
	Familia Gadilinidae								
110	*Episiphon filum* ? (Sowerby G.B. II, 1860)	2				2	0,2	1475	N
111	*Gadilina jani* (Hörnes, 1856)	4				4	0,3	1353	699
	Familia Gadilidae								
112	*Cadulus gadulus* Sacco, 1897	103			6	109	8,6	1009	702
	Familia Entalinidae								
113	*Entalina tetragona* (Brocchi, 1814)	42			3	45	3,5	1118	704

glio

Fig. 4 - DOMINANZA DELLE SPECIE PER CLASSE

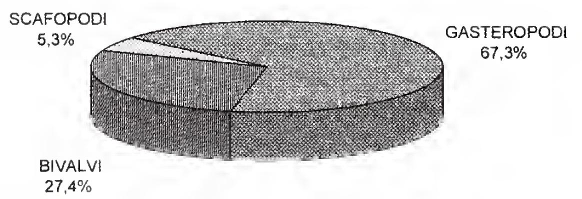


Fig. 4. Dominanza percentuale delle specie in ciascuna classe.
Fig. 4. Percentage dominance of species in each class.

Fig. 5 - DOMINANZA DEGLI INDIVIDUI PER CLASSE

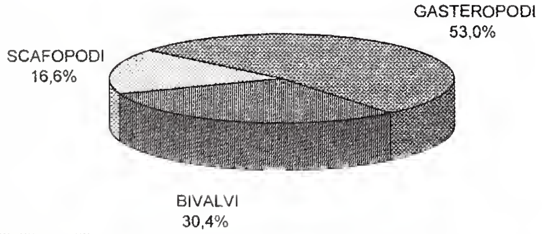


Fig. 5. Dominanza percentuale degli individui in ciascuna classe.
Fig. 5. Percentage dominance of specimens in each class.

6 mostra il tipo di sedimento colonizzato, 7 le abitudini trofiche, 8 il rapporto di vita della specie con il substrato, 9 la distribuzione in base ai piani del sistema batimetrico e infine 10 mostra la dominanza in base alla biocenosi.

DISCUSSIONE

I dati autoecologici, consentono di delineare il paleoambiente con sufficiente approssimazione. L'affinità tessiturale evidenzia un fondale sabbio-fangoso (Pet 46,3%) con una importante frazione fangosa (Pe 20,3%); la distribuzione batimetrica (I+IC+C 69,1%; IB+CB 30,3%) e la biocenosi prevalente (VTC+VP 48,5%) indicano che la sedimentazione è avvenuta nel piano circalitorale a fanghi terrigeni costieri.
L'energia idrodinamica sviluppata dalle onde di tempesta, probabilmente era in grado di influenzare i bassi fondali incoerenti, sollevando in sospensione significative quantità di sedimento sabbio-siltoso dai piani superiori (I 4,1%; IB 11,0%; IC 49,6%), che veniva trascinato verso il largo e risedimentato sulle argille a profondità probabilmente comprese fra 50 e 120 metri circa, ovvero nella fascia meno profonda del piano circalitorale (VTC+VP 48,5%).
Ne derivano così pacchi argillosi contenenti sottili livelli sabbiosi, cui talvolta si trova associata parte del contenuto malacofaunistico del sistema litorale.

Note
Fra i taxa individuati, ben 21 sono nuovi per l'area in esame: si tratta di specie di particolare interesse perché, generalmente, risultano poco segnalate nel Pliocene. Tra esse, 3 forme appartenenti al genere *Turbonilla* non sono afferibili ad alcuno dei taxa fossili e viventi attualmente conosciuti (Pasquale Micali *in litt.*).
Nell'ambito del progetto che mira alla rappresentazione delle conchiglie fossili del Roero, nel presente lavoro si fornisce l'immagine fotografica sia dei nuovi taxa, sia delle forme determinate soltanto a livello generico, non essendo state raffigurate ancora nelle precedenti pubblicazioni riguardanti la malacofauna fossile della citata area geografica.

Fig. 6 - AFFINITÀ TESSITURALE

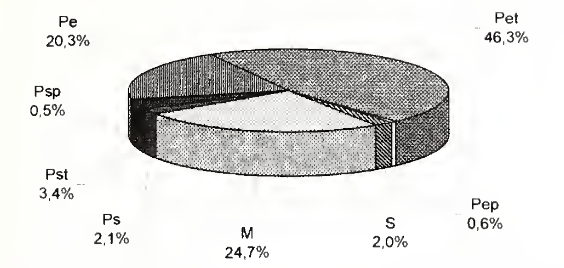


Fig. 7 - TROFISMO

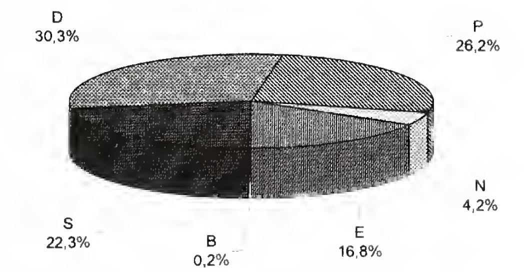


Fig. 8 - HABITUS

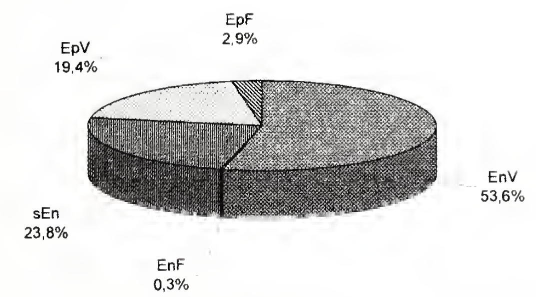


Fig. 9 - DISTRIBUZIONE BATIMETRICA

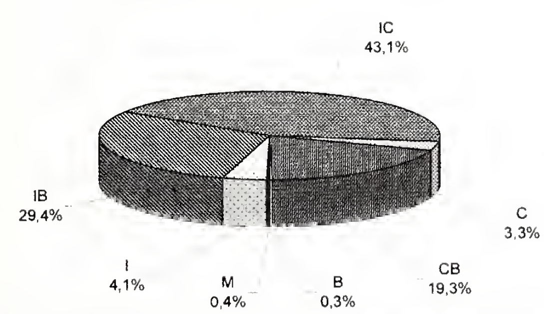
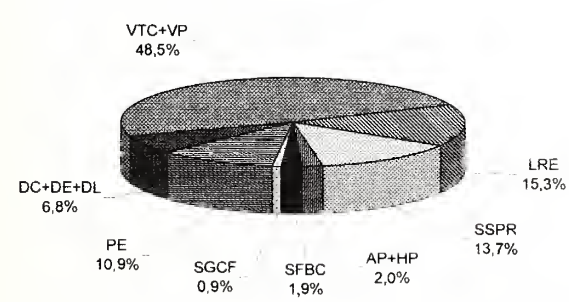


Fig. 10 - BIOCENOSI



Figg. 6-10. Analisi percentuale delle specie e relativa rappresentazione grafica in base alle seguenti caratteristiche:

6. Tipo di sedimento preferito (Pet: pelofila tollerante; Pep: pelofila pura; S: solido; M: mistofila; Ps: psammofila; Pst: psammofila tollerante; Psp:psammofila pura; Pe: pelofila).
7. Modalità di alimentazione (D: detritivora; P: predatrice; N: necrofaga; E: ectoparassita; B: brucatrice; S: sospensivora).
8. Relazione di vita con i sedimenti del fondo (EpV: epibionte vagile; EpF: epi bionte fisso; EnV: endobionte vagile; EnF: endobionte fisso; sEn: semiendobionte).
9. Piano batimetrico colonizzato (IC: infralitorale-circalitorale; C: circalitorale; CB: circalitorale-batiale; B: batiale; M: mesolitorale; I: infralitorale; IB: infralitorale-batiale).
10. Biocenosi di appartenenza (VTC+VP: fanghi terrigeni costieri e batiali; LRE: specie a larga ripartizione ecologica; SSPR: specie senza preciso significato biocenotico; AP+HP: alghe fotofile e praterie a Posidonia; SFBC: sabbie fini ben classate; SGCF: sabbie grossolane e ghiaie con correnti di fondo; PE: popolamenti eterogenei; DC+DE+DL: fondali detritici costieri, fangosi e del largo)

Figs 6-10. Percentage distribution of species according to the following parameters:

6. Typology of sediment (Pet: mud tolerant; Pep: mud exclusive; S: solid; M: mixtophyle; Ps: sand loving; Pst: sand tolerant; Psp: sand exclusive; Pe:mud loving).
7. Feeding habits (D: detritivourous; P: predator (carnivourous); N: scavenger; E: ectoparasite; B: grazer; S: suspension feeder).
8. Organisms' relationships with the bottom (EpV: vagile epifauna; EpF: fixed epifauna; EnV: vagile infauna; EnF: fixed infauna; sEn: semi-infaunal).
9. Bathymetric zonation (IC: Infra-Circalittoral; C: Circalittoral; CB: Circalittoral-Bathyal; B: Bathyal; M: Mesolittoral; I: Infralittoral; IB: Infralittoral-Bathyal).
10. Biocoenoses (VTC+VP: coastal terrigenous muds and bathyal muds; LRE: species with a wide ecological tolerance; SSPR: species without any specific biocenotic value; AP+HP: photophylous algae and Posidonia meadows; SFBC: weel sorted sands; SGCF: coarse sands and gravels under bottom currents; PE: heterogeneous communities; DC+DE+DL: coastal detritic bottoms, muddy detritic bottoms and offshore detritic bottoms)

Classe GASTROPODA
Familia TROCHIDAE
Convexia sp.

I 3 esemplari rinvenuti presentano caratteristiche morfologiche corrispondenti a quelle di un trochide pubblicato da ROBBA (1981) come *Turcicola (Convexia)* sp. per la malacofauna batiale del Pliocene inferiore di Terzorio (IM). Dal fattore di moltiplicazione indicato dall'autore sulla tavola 11 si deduce che l'altezza massima dell'esemplare figurato dovrebbe essere di circa 1,7 mm. Questo taxon, sempre per il Pliocene inferiore, viene ancora citato dallo stesso autore (ROBBA, 1990) per Cassine (AL) e da GRECO & BUCCHERI (1990) per un affioramento sito presso la foce del torrente Nocella in territorio di Partinico (PA).

L'esemplare del Pliocene ligure, seppur frammentario perché privo dell'apice, con i suoi 4 giri di teleoconca, risulta di dimensioni maggiori rispetto a quello più grande reperito a Montà, costituito da 2 giri apicali e soltanto 2 adapicali.

ROBBA (1981) descrive così l'esemplare: «Parte giovanile della teleoconca trochiforme, con altezza appena maggiore del diametro massimo; i primi 2 giri osservabili debolmente convessi, i 2 successivi pressochè piani. Suture sottili, incise, in apparenza impresse essendo marginate sia adapicalmente che abapicalmen-

te. Giri immaturi percorsi da 3 filetti spirali eguali e equidistanti, 1 adapicale, 1 mediano, 1 abapicale; questi sono nodulosi per l'incrocio con costicine collabrali prosocline, inflesse alle estremità e incidenti perpendicolarmente sulle suture. Sul terzo giro il filetto mediano e le coste collabrali diventano gradatamente evanescenti fino a scomparire, mentre si accentuano di poco le nodulosità dei 2 filetti rimasti; sul quarto giro, tra il filetto abapicale e la sutura, si manifesta un nuovo elemento spirale, a sua volta noduloso, che si sviluppa rapidamente fino ad eguagliare il primo in dimensioni. In definitiva, i giri immaturi (2 o poco più) hanno ornamentazione reticolata, mentre successivamente esistono solo i filetti che marginano le suture, essendo la parte mediana dei giri interessata solo da linee di accrescimento esilissime. Sulla base decorrono 6 filetti spirali; 3 sono situati alla periferia, subito abapicalmente all'angolosità e i 2 esterni sono più sottili, uguali e ravvicinati; gli altri 3 sono invece nella parte adassiale e uno spazio largo e liscio si interpone tra questi e i precedenti».

Inoltre lo stesso autore continua osservando che «i caratteri [...] sembrano discostarsi da quelli delle specie, illustrate e/o descritte nella letteratura a disposizione per la Fam. Trochidae. Nell'ambito di quest'ultima, pare giustificata l'attribuzione al sottogenere pliocenico-attuale *Convexia* Noda, 1975, noto finora limitatamente all'area nipponica». Infatti, secondo NODA (1975), questo genere è caratterizzato da «shell thin, high trochoid, medium in size with pearly luster. Surface with very small beaded rows at upper and lower subsutural without intermedial distinct tubercolous row. Immature whorls with blunt reticulate sculpture. Base convex, rather swollen, with 6-7 spiral, narrowly elevated cords». Le stesse caratteristiche morfologiche che si riscontrano sulle conchiglie del Pliocene ligure e di quello piemontese.

Tenendo conto delle osservazioni morfologiche espresse da ROBBA (1981), per le quali l'autore avanza l'opportunità di attribuire questo trochide a *Convexia*, e considerando che MILLARD (1997) riporta *Convexia* come genere, mentre riduce *Turcicula* a sottogenere di *Lischkeia*, come già indicato precedentemente da VAUGHT (1989), nel presente lavoro si concorda con l'opportunità di attribuire questo minuscolo trochide al genere *Convexia*.

Gli individui di Montà, che si presentano in discreto stato di conservazione, hanno le dimensioni indicate nello specchietto seguente.

esemplare	Altezza apico-basale (mm)	Diametro massimo (mm)
1a	1,50	1,50
1b	1,10	1,10
1c	0,75	0,80

Familia CERITHIIDAE

Cerithidium submamillatum (De Rayneval & Ponzi, 1854)

Sono stati rinvenuti 3 esemplari, dei quali il più grande presenta 2 mm di altezza apico-basale, mentre quello figurato, anche se misura soltanto 1,5 mm, ha il labbro integro.

MONTEROSATO (1884) segnala *C. submamillatum* come «abbondante nei fondi fangosi e coralligeni». TERRENI (1981) ha scritto che la specie risulta frequente nel Tirreno toscano, «su fondi fangoso-detritici del piano circalitorale». Infine BONFITTO & SABELLI (1987) inseriscono il taxon in un elenco di specie rinvenute in sedimento detritico-fangoso, raccolto nel basso Adriatico a 181 m di profondità.

Buone immagini, della forma tipica e di un'altra molto prossima alla *ecostata* Monterosato, 1884, vengono proposte in GIANNUZZI-SAVELLI *et al.* (1997).

Familia NATICIDAE

Euspira fusca (Blainville, 1825)

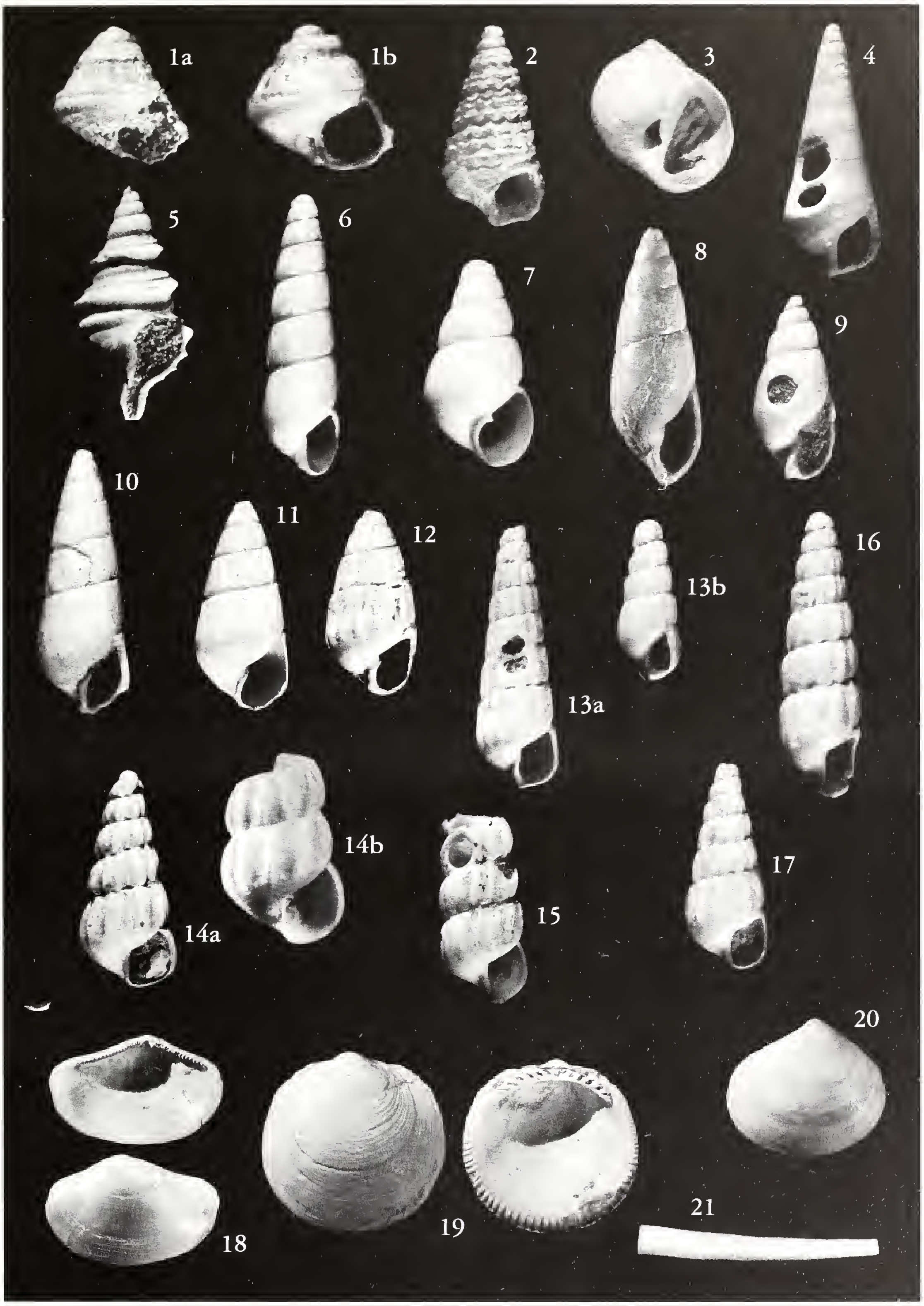
Tra gli esemplari rinvenuti, quello rappresentato fotograficamente è alto 15,7 mm.

Nel caso del materiale paleontologico di Montà alcuni naticidi, inizialmente identificati *E. catena*, a un successivo e approfondito esame, ci è sembrato più logico attribuirli ad *E. fusca*, soprattutto per le specifiche caratteristiche morfologiche dell'ombelico che, verso la base della conchiglia, presenta una depressione funicolare che generalmente intacca il callo columellare in modo caratteristico.

Quando si attende alla determinazione di naticidi riferibili a "*Euspira catena*" estratti da sedimenti pliocenici argillosi, l'esame dell'apertura ombelicale molte volte è già sufficiente a generare il dubbio di trovarsi in presenza di *Euspira fusca* (Blainville, 1825).

Non è questa la sede per approfondire tale problema, per altro già evidenziato e, per taluni aspetti, approfondito da LACROCE (1997), ma riteniamo necessario ribadire come il dubbio sia tanto fondato, da auspicare una revisione approfondita del materiale etichettato "*Natica catena*" e annesse varietà presenti nella collezione Bellardi & Sacco, presso il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino.

Inoltre sarebbe opportuno un esame approfondito dei tipi di *N. helicina* (Brocchi, 1814). Infatti SACCO, già nel 1891, scriveva che «la forma fatta disegnare dal Brocchi come *N. helicina* non corrisponde perfettamente alla più comune varietà pliocenica della *N. catena*, ma invece si presenta a spira alquanto più depressa, a forma un po' più rigonfia ed a suture alquanto più depresse. Tuttavia la denominazione del Brocchi è attribuibile pure alle tipiche forme plioceniche, poiché la descrizione che egli ne dà corregge la figura alquanto anormale. Probabilmente il Brocchi ignorava l'esistenza di *N. catena*, nome istituito sin dal 1778, chè altrimenti è presumibile che egli avrebbe riferito la sua *helicina*, la quale d'altronde egli dice esser non solo fossile del Piacentino, ma eziandio vivente. [...] I dubbi che esistono attorno alla forma tipica che il Brocchi fece disegnare col nome di *N. helicina*, fanno sì che, mancando una sicura base di confronto, non possiamo che tenerci sulle linee generali in proposito, ed omettere di fare suddivisioni ulteriori. Rimane poi alquanto dubbioso se questa forma debba considerarsi come specie a parte o piuttosto come varietà della *N. catena*». Sacco prosegue sottolineando che «un accurato esame [lo] ha poi convinto che la *N. fusca* non è altro che la *N. helicina* o tutt'al più una sua varietà». Egli conclude «lasciando agli zoologi la soluzione della questione sovraccennata per le forme viventi e considerando solo



Tav. I. Specie di nuova segnalazione per il territorio del Roero: 1 - *Convexia* sp. (a: 1,5 mm, b: 1,1); 2 - *Cerithidium submamillatum* (1,5 mm); 3 - *Euspira fusca* (15,7 mm); 4 - *Campyloraphion* cf. *famelicum* (2,6 mm); 5 - *Teretia monterosatoi* (2,6 mm); 6 - *Eulimella* sp. (3,0 mm); 7 - *Odostomia acuta* (2,9 mm); 8 - *Odostomia (Auristomia)* cf. *fusulata* (5,1 mm); 9 - *Odostomia (Auristomia) michaelis* (2,8 mm); 10 - *Odostomia (Auristomia)* cf. *planulata* (6,1 mm); 11 - *Odostomia (Auristomia) submichaelis* (4,1 mm); 12 - *Turbonilla* cf. *compressa* (2,5 mm); 13 - *Turbonilla plicatula* (a: 3,9 mm, b: 2,2 mm); 14 - *Turbonilla striatula* (a: 2,8 mm, b: 2,2 mm); 15 - *Turbonilla* sp. 1 (4,0 mm); 16 - *Turbonilla* sp. 2 (3,7 mm); 17 - *Turbonilla* sp. 3 (1,6 mm); 18 - *Yoldia longa* (12,7 mm); 19 - *Glycymeris* cf. *bimaculata* (18,0 mm); 20 - *Spaniorinus astensis* (4,3 mm); 21 - *Epsiphon filum?* (3,6 mm).

quelle fossili, dopo l'esame di centinaia di esemplari che mostrano una gradualissima serie di passaggi, [ritenendo] più logico il considerare la forma in esame come una varietà della *N. catena*, quantunque [... riconosca...] che nelle sue forme estreme tale varietà abbia caratteri propri così spiccati che parrebbe doversi ritenere come specie a parte. È da notarsi che la var. *helicina* (*fusca* dei zoologi) abita generalmente solo a grandi profondità, sia nell'Atlantico che nel Mediterraneo. Ora, eguali abitudini ad un dipresso doveva avere la forma fossile poiché essa è quasi caratteristica dei depositi tranquilli di mare un po' profondo».

Familia EULIMIDAE

Campylorhaphion cf. *famelicum* (Watson, 1883)

La forma della protoconca, la spira particolarmente slanciata e la fascia colorata subsuturale, che persiste nell'unico esemplare rinvenuto nelle argille di Montà, inducono a pensare di poter confrontare questo fossile con il taxon proposto.

In particolare, il soggetto pliocenico, che ha 6 spire di teleoconca e altezza totale 2,6 mm, ben si rapporta con l'individuo attuale di 3,4 mm riprodotto fotograficamente con la lettera b in fig. 242 da GIANNUZZI-SAVELLI *et al.* (1999). Dal raffronto si può rilevare la particolare somiglianza dell'angolosità basale, caratteristica morfologica che probabilmente è comune ai soggetti giovani. Purtroppo nel manipolare l'esemplare per la riproduzione fotografica il labbro, già incompleto, si è ulteriormente rotto.

Si tratta di specie finora rinvenuta a profondità ragguardevoli (da -192 a -2005 m) secondo quanto viene riportato da BOUCHET & WARÉN (1986).

Familia TURRIDAE

Teretia monterosatoi (Cipolla, 1914)

A Montà sono stati individuati 4 esemplari. L'altezza apicobasale dell'esemplare più grande risulta 3,8 mm, mentre quello fotografato ha dimensione massima 2,6 mm.

Finora la specie è stata rinvenuta soltanto nel Pliocene della Sicilia (CIPOLLA, 1914; GRECO & LIMA, 1974) e della Toscana (CHIRLI, 1997).

Familia PYRAMIDELLIDAE

Eulimella sp.

Per questo eulimellide indeterminato non è stato possibile trovare confronti od affinità convincenti. La spira è lucida e presenta una colorazione residua di aspetto corneo ornata di piccole macule tondeggianti, più chiare, di colore avorio. L'altezza apico-basale dell'esemplare fotografato è 3 mm, con una teleoconca composta di circa 3,5 giri.

Odostomia acuta Jeffreys, 1848

Di questa specie sono stati rinvenuti 4 soggetti che risultano di taglia piuttosto modesta, infatti l'altezza apico-basale dell'esemplare maggiore è soltanto 2,9 mm.

O. (Auristomia) fusulata Sacco, 1892

Il soggetto rappresentato fotograficamente, pur avendo il labbro rotto, ben si confronta con l'immagine fornita da FERRERO-MORTARA *et al.* (1984). Anche la dimensione massima dell'esemplare proveniente da Montà, 5,1 mm, risulta praticamente uguale a quella del tipo originale di Sacco.

O. (A.) michaelis Brugnone, 1876

VAN AARTSEN (1987) puntualizzò che *O. (A.) michaelis* Brugnone, 1876 «is different from *Odostomia michaelis* Brugnone 1873, which is a primary homonym». Quest'ultima entità specifica è stata successivamente rinominata *Odostomia bismichaelis* (Sacco, 1892).

O. (A.) cf. *planulata* (Jan, 1832)

Le argille di Montà hanno restituito un solo esemplare di questa specie, con altezza apico-basale 6,1 mm.

O. (A.) submichaelis (Sacco, 1892)

L'unico esemplare di questa specie rinvenuto a Montà è purtroppo privo di protoconca. Malgrado ciò misura 4,1 mm di altezza e ben si raffronta con il soggetto, apparentemente integro, riprodotto da FERRERO-MORTARA *et al.* (1984).

Turbonilla cf. *compressa* (Jeffreys, 1848)

L'esemplare fossile, che misura 2,5 mm di altezza apico-basale, pur presentandosi un poco decalcificato, eroso e con il labbro parzialmente rotto, si confronta piuttosto bene con l'immagine di questa specie fornita da VAN AARTSEN (1981). Date le cattive condizioni di conservazione dell'esemplare rinvenuto a Montà, più prudentemente abbiamo ritenuto opportuno indicare questa entità anteponendo l'indicazione del confronto.

T. plicatula (Brocchi, 1814)

Il soggetto adulto (a) misura 3,9 mm di altezza apico-basale, quello più giovane (b) misura 1,9 mm.

T. striatula (L., 1766)

Tra gli esemplari pressoché integri rinvenuti, quello con maggior altezza apico-basale misura soltanto 2,8 mm; però è stato rinvenuto anche un frammento significativo, comprendente gli ultimi 2 giri, con diametro massimo 2,2 mm.

T. sp. 1

Grosso frammento basale di 4 mm di altezza, comprendente gli ultimi 3 giri.

Ad un'analisi superficiale, le dimensioni relative e alcune caratteristiche morfologiche (14-15 coste longitudinali, curve presso la sutura e che si presentano larghe circa la metà dello spazio intercostale; l'aspetto semilucido e praticamente privo di microscultura) farebbero propendere ad avvicinare questo reperto all'immagine di *T. magnifica* (Sequenza, 1879) pubblicata da VAN AARTSEN (1981). In ogni caso, la maggior convessità dei giri e la particolare frammentarietà del reperto sconsigliano il confronto. Pertanto il frammento riprodotto viene proposto privo di determinazione specifica.

T. sp. 2

Per questa turbonilla indeterminata non è stato possibile trova-

re confronti od affinità convincenti. Conchiglia conico-cirtoconoide, superficie priva di microscultura, di aspetto e di colore ceroso. La teleoconca è formata di 6 giri convessi e gradati, provvisti di 14 coste assiali, ortocline o leggermente opistocline, piuttosto acute e diritte; la larghezza dello spazio intercostale sembra una volta e mezzo quella delle coste. L'angolo fra l'asse dei giri embrionali e l'asse della conchiglia è di circa 90°. L'altezza apico-basale è 3,7 mm.

T. sp. 3
Anche per questa forma non è stato possibile trovare confronti od affinità convincenti. Conchiglia conico-cirtoconoide, superficie priva di microscultura, di aspetto e di colore ceroso. La teleoconca è formata di 5 giri piuttosto convessi e gradati, provvisti di coste assiali, francamente opistocline, abbastanza acute e diritte, la loro larghezza sembra metà dello spazio intercostale. L'angolo fra l'asse dei giri embrionali e l'asse della conchiglia è di circa 90°. L'altezza apico-basale è di 1,6 mm.

Classe BIVALVIA
Familia Yoldiidae
Yoldia longa Bellardi, 1875
Una valva sinistra con diametro antero-posteriore di 12,7 mm e un frammento di area cardinale di 4,7 mm, anch'esso di valva sinistra, costituiscono i soli reperti attribuibili a questa specie.
Bellardi (1898) scrisse che la specie è presente dall'«Elveziano» sino al «Piacenziano», citando molte località tipiche di quest'ultima *facies* come Valle del Pesio presso Mondovì, Fornaci di Savona, Zinola, Ceriale, Albenga e Bussana.
Segnalazioni della presenza di questa specie ci sono state fornite da L.M. Gallo (*com. verb.*) per le Argille di Lugagnano di alcune località del Nicese e nelle lenticelle argillo-marnose incluse nelle sabbie di Cortiglione (AT).

Familia Glycymerididae
Glycymeris cf. ***bimaculata*** (Poli, 1795)
Nelle argille di Montà è stato reperito un solo esemplare molto probabilmente afferibile a questa specie. È un individuo completo delle due valve, con diametro massimo di 18 mm, pertanto ancora piuttosto giovane.

Familia Galeommatidae
Spaniorinus astensis Merlino & Provera, 1999
Sono state rinvenute alcune valve del genere *Spaniorinus*, inizialmente identificate come *S. farnesiniana* Cerulli-Irelli 1908. In un recente lavoro, condotto su malacofaune fossili provenienti da Sant'Anna di Rocca d'Arazzo (AT), Merlino & Provera (1999), hanno però evidenziato differenze sostanziali tra la forma di *Spaniorinus* da loro rinvenuta e la specie di Cerulli-Irelli. Soprattutto l'angolo apicale risulta mediamente meno ampio nei soggetti piemontesi (124° contro 146°).
Con 9 valve sinistre e 7 destre rinvenute nei sedimenti argillosi esaminati, la specie si può considerare abbastanza frequente.
Viene rappresentata fotograficamente la valva più grande, una sinistra, il cui diametro antero-posteriore è di 4,3 mm.

Classe SCAPHOPODA
Familia Gadilinidae
Episiphon filum ? (Sowerby G.B. II, 1860)
Sono stati isolati 2 esemplari di piccola taglia, di cui uno certamente incompleto. Nonostante sia notevole l'esiguità dei particolari morfologici sui quali basare l'identificazione, gli esemplari di Montà sembrano compatibili con la descrizione e l'immagine proposte da Steiner (1997).
Il soggetto fotografato è quello più completo e misura 3,65 mm di lunghezza.

CONCLUSIONI

Lo studio della malacofauna contenuta nelle argille plioceniche di Montà d'Alba (CN) ha permesso di ampliare le conoscenze geopaleontologiche relative al territorio albese (Piemonte SW), soprattutto in riferimento alla specifica litologia, la cui esposizione risulta poco frequente nell'area considerata.
La ricostruzione delle prerogative fisiche e dinamiche, che molto probabilmente caratterizzavano il paleoambiente, conferma ulteriormente gli scenari già descritti da altri autori per la porzione sud-occidentale del bacino pliocenico astigiano.
La quantità di materiale malacologico rinvenuto grazie a questa ricerca ha permesso di incrementare le collezioni paleontologiche del Museo Civico «F. Eusebio». Fra i 113 taxa individuati, 21 (17 Gastropoda; 3 Bivalvia; 1 Scaphopoda) risultano nuovi per il Roero: *Convexia* sp., *Cerithidium submamillatum*, *Euspira fusca*, *Campylorhaphion* cf. *famelicum*, *Teretia monterosatoi*, *Eulimella* sp., *Odostomia acuta*, *O. (Auristomia) fusulata*, *O. (A.) michaelis*, *O. (A.)* cf. *planulata*, *O. (A.) submichaelis*, *Turbonilla* cf. *compressa*, *T. plicatula*, *T. striatula*, *T.* sp. 1, *T.* sp. 2, *T.* sp. 3, *Yoldia longa*, *Glycymeris* cf. *bimaculata*, *Spaniorinus astensis*, *Episiphon filum*?

RINGRAZIAMENTI

Siamo grati al dott. Domenico Scoliere, geologo dell'impresa costruttrice della nuova strada, per le informazioni e la documentazione fornite e per averci condotto in un sopralluogo generale sul campo; all'ing. Pasquale Micali di Fano per l'aiuto sostanziale nella determinazione dei Piramidellidi e per le opinioni sistematiche da lui espresse; al prof. Oreste Cavallo, del Museo Civico «Eusebio» di Alba, per la ripresa fotografica delle specie raffigurate.
Infine, manifestiamo un particolare ringraziamento al dott. Lorenzo Mariano Gallo, conservatore del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, per i preziosi consigli suggeriti in fase di elaborazione del lavoro e per la successiva lettura critica dell'elaborato.

BIBLIOGRAFIA

Aartsen J.J. Van, 1981 - European Pyramidellidae: II. *Turbonilla*. *Bollettino Malacologico*, Milano, 17 (5-6): 61-88.

Aartsen J.J. Van, 1987 - European Pyramidellidae: III. *Odostomia* and *Ondina*. *Bollettino Malacologico*, Milano, 23 (1-4): 1-33.

Baroncelli M.A., 1997 - *Analisi paleoecologica delle associazioni a Petaloconchus glomeratus (L.) (Vermetidae) del Pliocene di Valle Botto (AT)*. Tesi di laurea non pubblicata. Relatore prof. Giulio Pavia. X+173 pp, 4 tav.

BONFITTO A. & SABELLI B., 1987 - Studio di un sedimento del basso Adriatico: proposta di una metodologia di analisi. *Bollettino Malacologico*, Milano, 23 (9-10): 284-296.

BOUCHET P. & WARÈN A., 1986 - Revision of the Northeast Atlantic bathyal and abyssal Aclididae, Eulimidae, Epitoniidae (Mollusca, Gastropoda). *Bollettino Malacologico*, Suppl. 2, Milano, 280 pp.

CAVALLO O. & REPETTO G., 1992 - *Conchiglie fossili del Roero. Atlante iconografico.* Associazione Naturalistica Piemontese (Memorie, Vol. II) & Amici del Museo «F. Eusebio», Alba, 253 pp.

CAVALLO O., MACAGNO M. & PAVIA G., 1986 - *Fossili dell'Albese.* Famija Albeisa, Alba, 223 pp.

CHIRLI C., 1997 - *Malacofauna pliocenica toscana. Vol. I, Superfamiglia Conoidea.* Arti Grafiche B.M.B., Firenze, XIV+130 pp, 29 tav.

CIPOLLA F., 1914 – Le Pleurotomidi del Pliocene di Altavilla (Palermo). *Palaeontographia italica*, Pisa, 20: 105-182, 3 tt.

DI GERONIMO I. & ROBBA E., 1976 - *Il Paleobenthos in una prospettiva paleoecologica.* Rapporto di lavoro n. 1, C.N.R. Gruppo informale di ricerca coordinata. Univer. di Parma, 36 pp.

FERRERO-MORTARA E., MONTEFAMEGLIO L., NOVELLI M., OPESSO G., PAVIA G. & TAMPIERI R., 1984 - *Catalogo dei tipi e degli esemplari figurati della collezione Bellardi e Sacco.* Parte II. Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, Cataloghi VII Torino, 487 pp.

GIANNUZZI-SAVELLI R., PUSATERI F., PALMERI A. & EBREO C., 1997 - *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 2 (Caenogastropoda parte 1: Discopoda - Heteropoda).* Ed. "La Conchiglia", Roma, 258 pp.

GIANNUZZI-SAVELLI R., PUSATERI F., PALMERI A. & EBREO C., 1999 - *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 3 (Caenogastropoda parte 2: Ptenoglossa).* Evolver ed., Roma, 128 pp.

GRECO A. & LIMA N., 1974 – Repertorio dei Molluschi marini plio-pleistocenici della Sicilia. Parte I. *Lavori Istituto Geologia Università di Palermo,* 14: 141 pp.

GRECO A. & BUCCHERI G., 1990 – Considerazioni paleoecologiche e stratigrafiche sulla malacofauna del Pliocene inferiore della foce del Nocella (Partinico, Palermo). In *Atti del Quarto Simposio di Ecologia e Paleoecologica delle Comunità Bentoniche.* (Sorrento, 1-5 novembre 1988). Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, 397-427.

LACROCE L., 1997 – La famiglia Naticidae nel Pliocene italiano. *Fossili & Fossili,* Sigillo Umbro, 2 (3): 22-37.

MERLINO B. & PROVERA A., 1999 – Un nuovo bivalve nel Pliocene piemontese: *Spaniorinus astensis* n. sp. *Bollettino Museo Regionale di Scienze Naturali,* Torino, 16 (1-2): 241-256.

MILLARD V. G., 1997 - *Classification of Mollusca.* Internet, Vol. 1. 234 pp.

MONTEROSATO T.A., 1884 - *Nomenclatura generica e specifica di alcune conchiglie mediterranee.* Tipogr. Virzì, Palermo, 152 pp.

NODA H., 1975 - Turciculid Gastropoda of Japan. *Science Report Tohoku University,* Sendai, S. 2, 45: 51-82, 4 tt.

PERES J.M. & PICARD J., 1964 - Nouveau manuel de bionomie bentique de la Mer Méditerranée. *Récent Travaux Station Marine d'Endoume*, Marsiglia, 31 (47): 1-137.

ROBBA E., 1981 - Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. IV. Malacofaune batiali della Liguria occidentale. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, Milano, 87 (1): 93-164, tt. 9-12.

ROBBA E., 1990 – Comments on the taxonomic structure of some Neogene molluscan communities. *Lavori della Società Italiana di Malacologia*, Napoli, 23: 417-438.

SACCO F., 1888 - I colli braidesi. Studio geologico del Dott. Federico Sacco. (Con carta geologica). *Annali della Reale Accademia d'Agricoltura di Torino*, Torino, vol. XXXI, 17 pp.

SACCO F., 1891 - *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte VIII. Galeodoliidae, Doliidae, Ficulidae e Naticidae.* Carlo Clausen, Torino, 114 pp., 2 tt.

SACCO F., 1898 - *I Molluschi dei Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte XXVI. (Fam. Arcidae, Pectunculidae, Limopsidae, Nuculidae, Ledidae e Malletidae).* Carlo Clausen, Torino, 92 pp., 12 tt.

STEINER G., 1997 - Scaphopoda from the Spanish coasts. *Iberus*, Oviedo, 15 (1): 95-111.

TERRENI G., 1981 - *Molluschi conchiferi del mare antistante la costa toscana (Gastropoda, Scaphopoda, Amphineura, Bivalvia, Cephalopoda).* Tip. Benvenuti & Cavaciocchi, Livorno, 107 pp.

VAUGHT-CUNNINGHAM K., 1989 - *A classification of the living Mollusca.* American Malacologists, Melbourne, Florida, 207 pp.

Lavoro accettato il 01 novembre 2002

New records of *Testacella* (Gastropoda, Pulmonata, Testacellidae) from Abruzzo and Sardinia, Italy

Andrea C. Rinaldi

KEYWORDS: terrestrial molluscs, slugs, distribution, conservation, Abruzzo, Sardinia.

ABSTRACT *Testacella* (Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora) is the only genus of the family Testacellidae, a small group of slugs characterised by a reduced, auriform shell situated at the posterior end of the body. In Italy, three species are present. Due in part to their largely subterranean lifestyle, records of these molluscs are relatively rare, and modern (post 1950) data on their local occurrence and distribution are limited to only few regions. We here report the recent finding of *Testacella scutulum* in Abruzzo and *T. gestroi* in south-eastern Sardinia, respectively. This is the first record of *Testacella* from Abruzzo, whereas *T. gestroi* was found in an area adjacent to the type locality for the species, described in 1873, confirming the survival to date of this population. In consideration of the value of *Testacella* from a biogeographical point of view, and of the scanty information currently available on the size and distribution of populations and on their conservation status, further research on these molluscs is auspicable.

RIASSUNTO *Testacella* (gastropoda, pulmonata, stylommatophora), unico genere della famiglia Testacellidae, comprende poche specie di molluschi terrestri limaciformi, carnivori (in genere si nutrono di lombrichi ma occasionalmente anche altri molluschi terrestri), che presentano una piccola conchiglia auriculiforme, esterna, situata nella parte finale del corpo. In italia vivono solo tre specie ma, in parte a causa dello stile di vita sotterraneo, le segnalazioni relative a questi molluschi sono estremamente rare, tanto che dati 'moderni' (post 1950) relativi alla loro presenza e distribuzione sono limitati a poche regioni. Questa nota riporta il recente ritrovamento di *Testacella (Testacella) scutulum* Sowerby, 1821 in Abruzzo e di *Testacella (Testacelloides) gestroi* Issel, 1873 nel sud-est della Sardegna. Nel primo caso si tratta della prima segnalazione di *T. scutulum* in Abruzzo mentre, nel secondo, del ritrovamento di *T. gestroi* in una località prossima a quella tipica, confermando la persistenza della specie nell'area. I molluschi terrestri appartenenti al genere *Testacella* vengono generalmente considerati molto utili negli studi di tipo biogeografico poiché, dato lo stile di vita sotterraneo che li caratterizza, hanno una bassissima probabilità di essere trasportati passivamente. *T. gestroi*, ad esempio, è risultata importante nella definizione del complesso Sardo-Corso e della sua fauna endemica. Questo mollusco terrestre infatti, a differenza della maggior parte degli endemismi sardi che non sono rinvenibili in Corsica, appartiene al piccolo gruppo di specie che si rinvengono anche in quest'isola. Dato che la specie è presente solo nella parte meridionale della Corsica, è ragionevole supporre che quest'area sia stata colonizzata da popolazioni provenienti dalla Sardegna durante le fasi di regressione avvenute durante il Pleistocene, quando le due isole maggiori erano unite attraverso l'Arcipelago della Maddalena. Nessuna delle specie italiane di *Testacella* risulta attualmente inserita nella lista rossa proposta dei molluschi non marini italiani (Manganelli *et al.*, 2000), anche se, dati gli sporadici record di queste specie è attualmente arduo, se non impossibile, valutare se si stiano rarefacendo effettivamente o meno. Tuttavia, considerando l'importanza di *Testacella* ai fini di ricerche biogeografiche, e che alcune altre specie del genere (rispettivamente *T. haliotidea*, in Germania, e *T. riedeli*, dell'isola maltese di Gozo) sono attualmente in fase di forte regressione o minacciate di estinzione, si auspicano ulteriori studi sulla distribuzione, consistenza e stato di conservazione delle popolazioni italiane di *Testacella*.

Via Mestre 3, I-09126, Cagliari, Italy. E-mail: rinaldi@unica.it

INTRODUCTION

Testacella is the only genus of the family Testacellidae, a small group of stylommatophoran slugs with an Euro-Mediterranean-Macaronesian distribution (Shileyko, 2000; Rinaldi, 2003). The few known species are characterised by a small, auriform shell situated at the posterior end of the body (see Giusti *et al.*, 1995, for a recent photographic illustration of shell's features). These slugs are carnivorous, feeding on earthworms and occasionally on other slugs, and largely subterranean in habitat (Quick, 1960). The latter feature is probably responsible for the relatively rare records of these animals through their entire range.

In Italy, three species are present (Manganelli *et al.*, 1995): *T. scutulum* Sowerby, 1821, reported from several localities across the peninsula; *T. haliotidea* Draparnaud, 1801, known only from a single station in the north-western sector (Collina di Torino, Piemonte); *T. gestroi* Issel, 1873, endemic of Sardinia and southern Corsica.

Most of the data on the occurrence and the distribution of testacellids in Italy date back to the second half of the XIXth century and the first decades of the XXth (see Alzona, 1971). The records post 1950 are particularly scanty and limited to very few regions (Carrada *et al.*, 1966; Zullini *et al.*, 1968; Giusti, 1968, 1970, 1976; Giusti & Mazzini, 1970). The present paper documents the recent finding of two specimens of *T. scutulum* in Abruzzo and one of *T. gestroi* in south-eastern Sardinia, respectively. The current knowledge on the distribution of these species in Italy is also briefly reviewed and discussed.

MATERIAL EXAMINED AND DISTRIBUTION

Testacella (Testacella) scutulum Sowerby, 1821 – Checklist Fauna d'Italia code number: 16.109.0.003.0

- Selva degli Abeti, Colle Pelato (Tossicia, Teramo, Abruzzo), 990 m above sea level, coordinates 42°31'52"N, 13°37'04"E (Fig. 1A), ACR legit 25.5.1997, 1 specimen, collected under a log on the ground in a silver fir wood. Giusti Collection (Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Siena, Via Matteoli 4, I-53100 Siena, Italy), in EtOH 70%. Color photos of the living animal published in Rinaldi (2003).
- In the proximity of the Turcano brook, Oasi Naturale Abeti-

na di Rosello (Rosello, Chieti, Abruzzo), 890 m a.s.l., coordinates 41°53'11''N, 14°21'26''E (Fig. 1A), ACR legit 4.9.1998, 1 specimen, collected under a stone. Author Collection, in EtOH 70%. Color photos of the living animal published in Rinaldi (2003).

To the best of my knowledge, this is the first time *T. scutulum* is recorded from Abruzzo. In the past, the species has been reported from Liguria, Tuscany, Capri, Ustica, and Sicily (see Alzona, 1971). It is also known from the Carso area, Istria and Corsica (where it occurs simpatrically with *T. gestroi*; see below). The only modern (post 1950) Italian records of this species are limited to specimens reported from various sites of Tuscany by Lothar Forcart and especially by Folco Giusti and colleagues (Università di Siena, Italy). Tuscan locations include the Alpi Apuane (Giusti & Mazzini, 1970), the Tuscan Archipelago (Giusti, 1968, 1976), the territory of Siena (Giusti, 1970), Monte Amiata (Forcart, 1968), the territory of Lucca (Forcart, 1968). Besides Italy, *T. scutulum* is widely distributed across continental western Europe, Britain and Ireland (Quick, 1960; Rinaldi, 2003).

Testacella (Testacelloides) gestroi **Issel**, 1873 - Checklist Fauna d'Italia code number: 16.109.0.001.0

- San Niccolò Gerrei (San Niccolò Gerrei, Cagliari, Sardinia), 350 m a.s.l., coordinates 39°29'27''N, 9°18'00''E (Fig. 1B), ACR legit 17.3.1997, 1 specimen, collected under a stone in the proximity of the Riu Margini Arrubiu brook. Giusti Collection (Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Siena, Via Matteoli 4, I-53100 Siena, Italy), in EtOH 70%. Color photos of the living animal published in Rinaldi (2003).

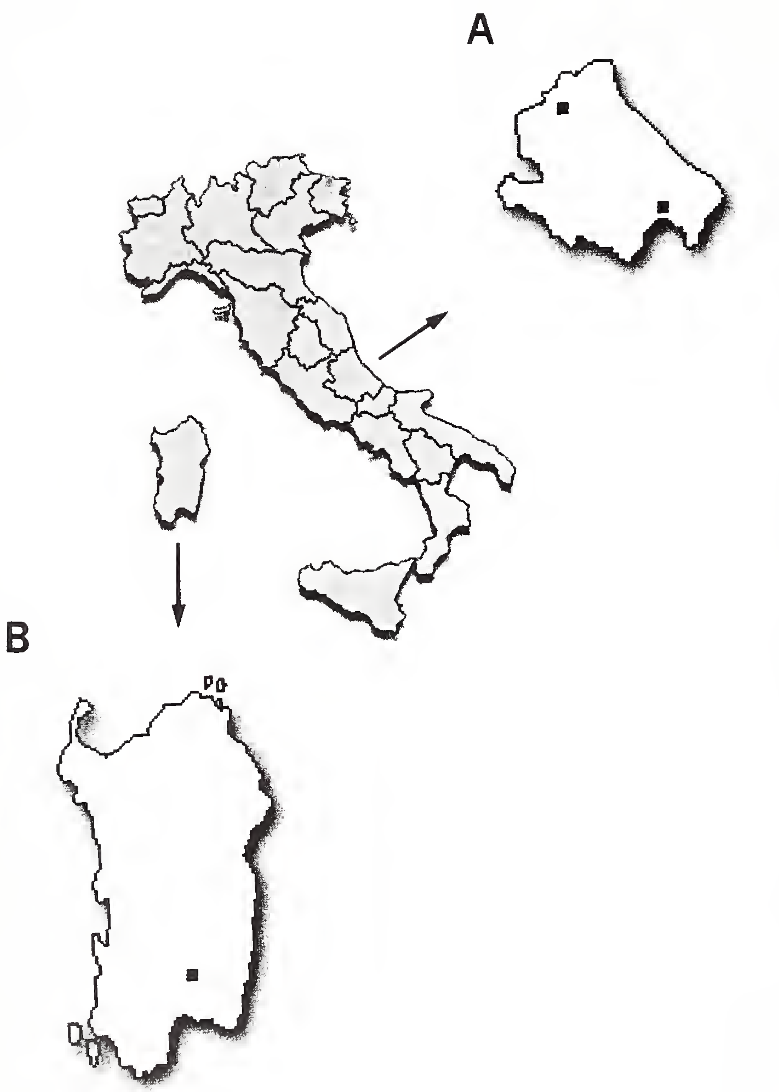


Fig. 1. The newly found stations of *Testacella scutulum* in Abruzzo (A) and *Testacella gestroi* in Sardinia (B)

Fig. 1. Le nuove stazioni in cui sono state rinvenute, rispettivamente: (A) *Testacella scutulum* in Abruzzo e (B) *Testacella gestroi* in Sardegna.

Described by Issel (1873) on the basis of two specimens collected near Giovanni Bonu in the Sarrabus subregion (south-eastern Sardinia), this species has been sometimes synonymized with other taxa, such as *T. scutulum* and *T. europaea* De Roissy, 1805, and reported under these names (Giusti, 1970). Since *T. gestroi* seems to be the only species of the genus living in Sardinia, all Sardinian records of *Testacella* must be considered as pertinent to this taxon. Wagner (1915) has introduced the subgenus *Testacelloides*, with *T. gestroi* as type species. However, the infrageneric classification of *Testacella* is far to be clear, and its revision has been announced (Manganelli *et al.*, 1995).

The modern records of this species are limited to Tavolara, where it was stated to occur frequently, and Molara, two small islands situated close to the north-eastern coast of Sardinia (Carrada *et al.*, 1966; Zullini *et al.*, 1968; Giusti, 1970). It seems to be also present in the southern part of Corsica (Giusti & Manganelli, 1987; Manganelli *et al.*, 1995), and believed to be autoctonous of this area in consideration of the presumptive unlikeliness of a passive transport by man (Giusti & Manganelli, 1987).

The present record, coming from an area adjacent to the type locality reported by Issel (1873), confirms that the species is still living in Sarrabus.

REMARKS AND CONCLUSIONS

In view of their subterranean lifestyle, *Testacella* slugs are generally believed to be not easily passively dispersed, and therefore considered useful for biogeographical research (Giusti & Castagnolo, 1983; Giusti & Manganelli,

1987; GIUSTI *et al.*, 1995). As for *T. gestroi*, for example, its importance for delineating the paleogeographical evolution of the Sardo-Corsican complex and the origin of its fauna, has been stressed (GIUSTI & MANGANELLI, 1987). In particular, *T. gestroi* belongs to the small contingent of species endemic of both Sardinia and Corsica, whereas a larger number of entities endemic of Sardinia are not present in Corsica (GIUSTI, 1977; GIUSTI & CASTAGNOLO, 1983). Since *T. gestroi* is present only in the southernmost part of Corsica, it is reasonable to speculate that it reached this area from Sardinia during one of the short Pleistocenic phases of marine regression when the two islands were joined via La Maddalena Archipelago (GIUSTI, 1977; GIUSTI & CASTAGNOLO, 1983).

Currently, no *Testacella* species is inserted in the proposed red list of Italian non-marine molluscs (MANGANELLI *et al.*, 2000). Indeed, there is no direct evidence that their rarity or limited distribution are due to a recent decline, nor that their populations are effectively or potentially threatened for non natural reasons. However, the paucity of available information renders it difficult if not impossible to estimate the actual validity of these considerations. In Germany, a recent research has shown that *T. haliotidea* is probably extinct in two of the three localities from which it has been reported, indicating that local populations of *Testacella* can be severely and eventually fatally threatened (GERBER & HEINS, 1991). In consideration of its rarity and punctiform distribution, *T. riedeli* Giusti, Manganelli & Schembri, 1995, recently described from the Maltese island of Gozo, has been considered a threatened species, listed under the IUCN category "indeterminate", i.e. suspected to be threatened, but insufficient information available (GIUSTI *et al.*, 1995). In our opinion, these significant examples should spur further research work aimed at implementing our knowledge on the biology and conservation status of *Testacella* in Italy.

ACKNOWLEDGEMENT

I gratefully thank Prof. Folco Giusti and Prof. Giuseppe Manganelli (Università di Siena, Italy) for confirming the correct classification of the specimens object of this note.

REFERENCES

ALZONA C., 1971. Malacofauna Italica. Catalogo e bibliografia dei molluschi viventi, terrestri e d'acqua dolce. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 111: 1-433.

CARRADA G., PARISI V. & SACCHI C.F., 1966. Dati per una biogeografia dei molluschi continentali in Sardegna. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 105: 377-388.

FORCART L., 1968. Nuove raccolte malacologiche in Toscana. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova*, 77: 81-91.

GERBER J. & HEINS R., 1991. *Testacella haliotidea* Draparnaud 1801 (Stylommatophora: Testacellidae) seit zehn Jahren im südlichen Holstein. *Schriften zur Malakozoologie*, 4: 62-64.

GIUSTI F., 1968. Notulae Malacologicae. V. Le isole di Gorgona, Capraia e Giglio. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali (Memorie Serie B)*, 75: 265-324.

GIUSTI F., 1970. Notulae Malacologicae. X. *Testacelloides* Wagner e *Testacella (Testacelloides) gestroi* Issel, un buon sottogenere ed una buona specie della Sardegna. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali (Memorie Serie B)*, 77: 56-66.

GIUSTI F., 1976. Notulae Malacologicae. XXIII. I molluschi terrestri, salmastri e di acqua dolce dell'Elba, Giannutri e scogli minori dell'Arcipelago Toscano. Conclusioni generali sul popolamento malacologico dell'Arcipelago Toscano e descrizione di una nuova specie. (Studi sulla Riserva naturale dell'Isola di Monecristo, IV). *Lavori della Società Italiana di Biogeografia (Nuova Serie)*, 5: 99-355.

GIUSTI F., 1977. Biogeographical data on the malacofauna of Sardinia. *Malacologia*, 16: 125-129.

GIUSTI F. & CASTAGNOLO L., 1983. Notulae Malacologicae, XXX. I molluschi viventi, terrestri e d'acqua dolce, nello studio biogeografico dell'isola di Sardegna. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia (Nuova Serie)*, 8: 227-249.

GIUSTI F. & MANGANELLI G., 1987. Notulae Malacologicae, XXXVI. On some Hygromiidae (Gastropoda: Helicoidea) living in Sardinia and Corsica. (Studies on the Sardinian and Corsican malacofauna VI). *Bollettino Malacologico*, 23: 123-206.

GIUSTI F., MANGANELLI G. & SCHEMBRI P.J., 1995. *The non-marine molluscs of the Maltese Islands*. Monografie XV, Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 608 pp.

GIUSTI F. & MAZZINI M., 1970. Notulae Malacologicae, XIV. I molluschi delle Alpi Apuane. Elenco delle specie viventi con descrizione di una nuova specie: *Vitrinobrachium baccettii n. sp. Lavori della Società Italiana di Biogeografia (Nuova Serie)*, 1: 202-335.

ISSEL A., 1873. Di alcuni molluschi raccolti nell'Isola di Sardegna dal Dott. Gestro. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova*, 4: 275-281.

MANGANELLI G., BODON M., FAVILLI L. & GIUSTI F., 1995. Gastropoda Pulmonata. In: MINELLI A., RUFFO S. & LA POSTA S. (eds.), *Checklist delle specie della fauna d'Italia*, 16: 60 pp.

MANGANELLI G., BODON M., CIANFANELLI S., FAVILLI L. & GIUSTI F., 2000. Conoscenza e conservazione dei molluschi non marini italiani: lo stato delle ricerche. *Bollettino Malacologico*, 36: 5-42.

QUICK H.E., 1960. British slugs (Pulmonata; Testacellidae, Arionidae, Limacidae). *Bullettin of the British Museum (Natural History) Zoology*, 6: 103-226.

RINALDI A.C., 2003. Notes on *Testacella* Cuvier, 1800 (Gastropoda, Pulmonata, Testacellidae). *La Conchiglia*. in press.

SHILEYKO A.A., 2000. Treatise on recent terrestrial Pulmonate molluscs. Part. 6. Rhytididae, Chlamydephoridae, Systrophiidae, Haplotrematidae, Streptaxidae, Spiraxidae, Oleacinidae, Testacellidae. *Ruthenica*, Supplement 2: 731-880.

WAGNER A.J., 1915. Beiträge zur Anatomie und Systematik der Stylommatophoren aus dem Gebiet der Monarchie und der angrenzenden Balkanländer. *Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien (Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse)*, 91: 429-498.

ZULLINI A., PARISI V. & MICHELANGELI M., 1968. Osservazioni sulla malacofauna

dell'isola di Tavolara (Sardegna). *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei XL (Serie IV)*, 18: 235-254.

Lavoro accettato il 30 giugno 2003

FORMATO CONSIGLIATO ED ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

I manoscritti dovranno essere presentati su fogli bianchi UNI-A4 di buona qualità, scritti con interlinea doppia, ed almeno 3 centimetri di margine ai lati. Tutte le pagine dovranno essere numerate consecutivamente. Tabelle, figure e didascalie dovranno essere stampate su fogli separati; la loro posizione approssimativa nel testo deve essere indicata a margine dello stesso, ma la composizione finale sperta alla Redazione.

I manoscritti dovranno essere organizzati come segue:

Prima pagina: contenente il titolo dell'articolo, il nome(i) per esteso dell'Autore(i), l'indirizzo cui inviare la corrispondenza (comprensivo di indirizzo di posta elettronica, se disponibile), le parole chiave (fino ad un massimo di dieci).

Seconda pagina: con l'Abstract (in inglese), Riassunto (in italiano), Resumen (in spagnolo) o Resumé (in francese) a seconda della lingua utilizzata dall'Autore(i) nell'articolo. Un riassunto esteso, più dettagliato e contenente ogni utile riferimento per guidare il lettore ad una rapida comprensione dell'articolo (ad es. i caratteri diagnostici di una specie), deve seguire il riassunto classico. In questa sezione ogni riferimento a figure, tavole o citazioni bibliografiche deve essere evitato. Il riassunto esteso deve essere scritto in inglese od in italiano.

Pagine di testo: il testo deve essere composto da frasi chiare e brevi, possibilmente suddiviso in Introduzione, Materiali e Metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni, Ringraziamenti, Riferimenti Bibliografici, Tabelle, Figure e didascalie (in pagine separate). Evitare le note se possibile. Le note indispensabili saranno indicate con un numero progressivo tra parentesi nel testo e collocate in fondo alla pagina cui si riferiscono. Tutte le abbreviazioni dovranno essere spiegate in una legenda. Solo e tutti i nomi di genere e specie devono essere in corsivo (o sottolineati). Ogni nome scientifico dovrà essere accompagnato da Autore ed anno di pubblicazione, la prima volta che viene citato nell'articolo. Tutte le figure devono essere numerate progressivamente con numeri arabi e devono essere citate nel testo. Le figure devono essere presentate su fogli a parte, ognuno con il nome dell'Autore(i) e titolo dell'articolo. I disegni al tratto dovranno essere chiari, tracciati con linee sottili di inchiostro nero di China su carta bianca di alta qualità o carta lucida ed essere almeno delle dimensioni finali di stampa. Quando possibile le figure dovranno essere raggruppate in tavole; la Redazione si riserva il diritto di ridurre o ingrandire gli originali in fase di composizione dell'articolo. Le indicazioni sulle figure (numeri e/o lettere) dovranno essere in caratteri Times New Roman minuscoli (Es. Fig. 1a, 1b, etc.), tenendo conto che nella loro versione finale questi caratteri dovranno avere un'altezza di 2,5-3 mm. Le stampe fotografiche dovranno essere nitide, ben contrastate non montate su cartoncini ma stampate su carta lucida fotografica, di dimensioni non inferiori rispetto a quelle finali. Due o più fotografie montate in una tavola devono avere toni simili. Illustrazioni a colori sono accettate solo se rilevanti scientificamente per il lavoro. Riproduzioni di illustrazioni protette da copyright dovranno essere accompagnate da un'autorizzazione scritta del proprietario del copyright. Si raccomanda agli Autori di inviare dapprima una bozza delle figure (nella loro taglia originale) con il manoscritto. Nella loro versione finale, ad accettazione avvenuta del manoscritto, le figure dovranno essere inviate esclusivamente in formato TIFF (con una risoluzione minima di 300 dpi) su di un disco ad alta capacità Zip 100 o su di un CD-rom. Le citazioni nel testo dovranno seguire uno dei seguenti esempi: "...Monterosato (1869) riportò...", "...Monterosato (1869, 1884) riportò...", "...Verrill & Bush (1900) descrissero...", "De Folin (1867a, 1867b)", "come noto in letteratura (De Folin, 1867a, 1867b; Monterosato, 1869, 1884; Verrill & Bush, 1900)","...du Golfe de Gascogne (Fischer et al., 1872)". Tutte e solo le opere citate nel testo devono essere elencate in ordine alfabetico e cronologico al termine del lavoro.

Riferimenti bibliografici: utilizzare il MAIUSCOLETTO (non il MAIUSCOLO) solo nelle citazioni in Bibliografia, nello stile dei seguenti esempi.

Articoli:

COGNOME ed iniziale del nome di tutti gli autori, anno. Titolo completo. *Nome della rivista per esteso*, **Volume** (fascicolo): prima ed ultima pagina del lavoro.

Es.:

MONTEROSATO T.A., 1880. Conchiglie della zona degli abissi. *Bullettino della Società malacologica italiana*, 6 (1-4): 50-64.

Libri:

COGNOME ed iniziale del nome di tutti gli autori, anno. *Titolo completo*. Editore, Città di edizione, numero di pagine (e illustrazioni).

Es.:

WILEY E.O., 1980. *Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic Systematics*. Wiley, New York, 355 pp.

Capitoli di libri:

COGNOME ed iniziale del nome di tutti gli autori (del capitolo), anno. Titolo completo (del capitolo). In COGNOME ed iniziale dell'Editore(i) (Ed. or Eds), *Titolo del libro*. Città di edizione, Editore, pagine relative al capitolo (of the chapter).

Es.:

BEDULLI D., CASTAGNOLO L., GHISOTTI F. & SPADA G., 1995 Bivalvia, Scaphopoda. In MINELLI A., RUFFO S., & LA POSTA S. (Eds), *Check list delle specie della fauna italiana*. Bologna, Calderini, 17: 80-90.

I manoscritti non conformi alle norme qui esposte non saranno considerati per la pubblicazione. I lavori tassonomici dovranno rispettare sia gli Articoli che le Raccomandazioni del Codice Intenazionale di Nomenclatura Zoologica (ICZN, edizione corrente).

Il manoscritto finale dei lavori accettati dovrà essere accompagnato da una versione su CD per computer (MacIntosh o PC), elaborata con uno dei Word processor più comuni (e.g. MS-WORD®, WORDPERFECT®).

PROOF AND REPRINTS

Gli autori riceveranno una copia delle prime bozze; esse dovranno essere corrette a penna rossa in modo chiaro e rispedite al più presto. Sarà richiesto un contributo spese per aggiunte o per i cambiamenti introdotti dopo la composizione tipografica. La Società Italiana di Malacologia provvede 20 estratti gratuiti per ciascun articolo. Altri estratti potranno essere ordinati con la restituzione delle bozze.

RECOMMENDED FORMAT AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Manuscripts must be submitted on good quality, white UNI-A4 sheets, double spaced, with at least 3 cm margins. All pages must be numbered consecutively, with tables, figures and legends placed in separate pages; their approximate position in the text should be indicated in the margin but the final composition is decided by the Redaction. The articles should be organised as follows:

Title page: with title of the article, full name(s) of the Author(s), correspondence address (comprehensive of e-mail address, if available), and Key Words (up to ten).

Second page: with Abstract, Riassunto, Resumen or Resumé according to the language used by the Authors in the article. An Extended Abstract, more detailed and containing any useful reference to drive the reader to a quick comprehension of the article (e.g. the diagnostic characters of a species), must follow the Abstract. References to figures, tables and bibliographic citations however, are to be avoided. The extended abstract must be written in English or Italian.

Text Pages: the text should be presented in clear, short sentences and possibly arranged in Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, Tables, Figures and Legends (in separate pages). Avoid footnotes if possible. If necessary, notes will be indicated by a number between parentheses in the text, and placed at the bottom of the relevant page. All abbreviations must be explained in a legend. Only and all the names of genus and species rank must be italicised (or underlined). Each scientific name will be accompained by its authorship and year of publication, the first time it is mentioned in the text. All figures must be numbered progressively with Arabic numerals, and must be cited in the text. Figures must be submitted in separate pages, each with the name of the Author(s) and the title of the paper. Line drawings should be clear and drawn with thin lines in black Indian ink on high-quality white paper, tracing paper, or plastic film, and be at least the final size. When possible the figures should be grouped in plates: the Redaction will operate the final enlargement/reduction in order to fit the iconography to the composed paper. Pictures in the plate must be labelled with Times New Roman lower case letters (Es. Fig. 1a, 1b, etc.). Labelling on the figures (letters and numbers) must be planned in order to have a final height of 2.5-3 mm. Photographs should be clear, with a sufficiently sharp contrast, printed on white paper with a glossy finish, no less than the final size, and should not be mounted on card. Two or more photographs combined in a plate should be similar in tone. Colour illustrations are accepted only if scientifically relevant to the paper. Reproduction of figures protected by copyright is allowed provided that a written permission by the holder of the copyright is furnished along with the manuscript. Authors are advised in the first instance to send drafts of figures (in original size) with the manuscript. In the final version of an acceped manuscript, figures must be sent exclusively in TIFF format (with a minimum resolution of 300 dpi) on a Zip 100 diskette or on a CD-rom. Citation in the text must follow one of the following examples: "...Monterosato (1869) reported...", "...Monterosato (1869, 1884) reported...", "...Verrill & Bush (1900) described...", "De Folin (1867a, 1867b)", "as known from literature (De Folin, 1867a, 1867b; Monterosato, 1869, 1884; Verrill & Bush, 1900)","...du Golfe de Gascogne (Fischer et al., 1872)". All and only the works cited in the text must be reported alphabetically and chronologically in the references.

References: use SMALL CAPS (not ALL CAPS) for citations in the References, according to the following examples:

Articles:

SURNAMES and initials of all authors, year. Full title. *Journal* (no abbreviations), **Volume** (number): first and last page numbers.

E.g.:

MONTEROSATO T.A., 1880. Conchiglie della zona degli abissi. *Bullettino della Società malacologica italiana*, 6 (1-4): 50-64.

Books:

SURNAMES and initials of all authors, year. *Complete Title*. Publisher, place of issue, number of pages and plates.

E.g.:

WILEY E.O., 1980. *Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic Systematics*. Wiley, New York, 355 pp.

Chapters in books:

SURNAMES and initials of all authors (of the chapter), year. Complete title (of the chapter). In Names and initials of the Editor(s) (Ed. or Eds), *Title of the book*. Place of issue, Publisher, number of pages (of the chapter).

E.g.:

BEDULLI D., CASTAGNOLO L., GHISOTTI F. & SPADA G., 1995 Bivalvia, Scaphopoda. In MINELLI A., RUFFO S., & LA POSTA S. (Eds), *Check list delle specie della fauna italiana*. Bologna, Calderini, 17: 80-90.

The manuscripts that do not conform to the present guidelines will not be considered for publication. Taxonomic papers must respect both Articles and Recommendation of the International Code of Zoological Nomenclature (ICZN, current edition).

The final version of the accepted papers must be sent as manuscript and on computer diskette (3,5" MacIntosh o PC), prepared by one of the more commonly used word-processor (e.g. MS-WORD®, WORDPERFECT®).

PROOF AND REPRINTS

Authors will receive one set of proofs: they must be clearly corrected only for misprints with red ink and returned with the minimum delay. Extensive changes to the paper at this stage will be charged to the Authors. Twenty reprints are supplied free of charge; additional reprints may be ordered when returning the proofs.

SOMMARIO

Direttore Responsabile: Paolo Crovato
Email:paolo.crovato@fastwebnet.it

Coordinamento produzione: EVOLVER srl ROMA
Pre-stampa: EVOLVER srl ROMA
Stampa: BRITANNIA srl ROMA
Finito di stampare nel marzo 2004

ISSN 0394-7149